Elementar-Unterricht

im

Linear-Zeichnen

für

höhere Feiertagsschulen, Gewerbsschulen und zum Selbstunterrichte im gewerblichen Berufe

von

Heinrich Weishaupt,
Zeichnungslehrer an der höhern Feiertagsschule, an dem k. Maximilians-Gymnasium und im Taubstummen-Institute.

I. Abtheilung.

Geometrische Zeichnungslehre.

(Construktion in der Ebene.)

Mit 15 Tafeln.

München 1856.
Verlag von E. A. Fleischmann.

Elementar-Unterricht

im

Linear-Zeichnen

für

höhere Feiertagsschulen, Gewerbsschulen und zum Selbstunterrichte im gewerblichen Berufe

von

Heinrich Weishaupt,
Zeichnungslehrer an der höhern Feiertagsschule, an dem k. Maximilians-Gymnasium und im Taubstummen-Institute.

I. Abtheilung.

Geometrische Zeichnungslehre.

(Construktion in der Ebene.)

Mit 15 Tafeln.

München 1856.
Verlag von E. A. Fleischmann.

Druck von J. G. Weiß, Universitätsbuchdrucker.

Vorrede.

Kunst und Wissenschaft, diese Hauptzierden des menschlichen Geistes bilden in ihrem Entwickelungsgange die vorzüglichste Aufgabe einer Kulturgeschichte der Menschheit.

Diese Kulturgeschichte weiset aber nicht allein auf die Rangstufen der verschiedenen Abtheilungen hin, in welche Kunst und Wissenschaft nach ihren mannigfaltigen Anwendungen zerfallen, sondern sie zeigt uns auch die Anfänge dazu, und bestimmt hiernach den Werth und die Wichtigkeit des Elementar-Unterrichts als Grundlage zu jeder weitern und höhern Ausbildung.

So wie nun die Kenntnisse des Lesens, Schreibens und Rechnens als nothwendige Vorbedingungen für alle wissenschaftlichen Bildungszwecke erscheinen, so wird gewiß auch dem Zeichnen eine solche Stelle für die bildenden Künste, welche die Darstellung der Form des Sichtbaren zur Aufgabe haben, ganz unbestritten eingeräumt werden müssen.

Wenn schon das Zeichnen im Allgemeinen den Geschmack bildet und veredelt, so ist dasselbe noch vorzugsweise für die technischen Künste und Gewerbe von großer Wichtigkeit und eigentlich unentbehrlich, indem hier die Zeichnung gleichsam die Sprache der Technik wird.

Um aber diese Sprache richtig zu verstehen, bedürfen wir der geometrischen Linearzeichnung.

Diese Linearzeichnung ist bei der Anforderung unserer Zeit, wo Industrie durch Wissenschaft und Kunst gehoben, stets im Fortschritte begriffen ist, um so wichtiger, und für den technischen Künstler und Gewerbsmann um so nothwendiger, da die meisten Construktionen derselben nicht allein für die richtige Herstellung der technischen Zeichnung erforderlich sind, sondern auch in der Praxis, nämlich bei Ausführung technischer Arbeiten häufig in Anwendung kommen.

Ja selbst der Beamte, besonders derjenige, dessen Geschäftskreis die Technik berührt, bedarf derselben mehr oder minder, um wenigstens eine technische Zeichnung richtig verstehen und beurtheilen zu können, weßhalb auch diese geometrische Linearzeichnung nicht allein an technischen Bildungsanstalten, sondern auch an Gymnasien und Lateinschulen gelehrt werden soll, um so mehr, weil diese geometrische Zeichnung dem Schüler bei dem Studium der Geometrie manche wesentliche Erleichterung gewähren dürfte.

Seit 20 Jahren Lehrer der Kunst- und technischen Zeichnung, habe ich (was gewiß auch jeder Lehrer dieses Faches wahrgenommen haben wird) häufig beobachtet, daß an der Feiertagsschule, selbst bei der deutlichsten Erläuterung und Zeichnung dieser geometrischen Construktionen von Seite des Lehrers an der Tafel, dennoch nicht alle Schüler im Stande sind, dieselben später aus dem Gedächtnisse zu construiren; indem an Feiertagsschulen wegen beschränkter Zeit es nicht leicht möglich ist, den Schülern Aufgaben hierüber zu geben und selbe aus dem Gedächtnisse ausarbeiten zu lassen (was allerdings das zweckmäßigste wäre), um diese Construktionen gehörig einzuüben und zugleich von dem richtigen Verstehen der gegebenen Aufgaben bei jedem Schüler sich genügend überzeugen zu können.

Es dürfte daher diesem Uebelstande einigermaßen durch ein passendes Handbuch abzuhelfen sein, wodurch

der Lehrer, besonders bei einer großen Schülerzahl, der zeitraubenden Wiederholungen überhoben, und der Schüler an das Lehrbuch hingewiesen, gleichsam zum Selbststudium und Denken angehalten, und so diese geometrischen Construktionen seinem Gedächtnisse um so dauernder einprägen wird.

Dieß war meine Absicht bei Bearbeitung dieser Blätter, und ich habe wie gewöhnlich die Linearzeichnung in zwei Abtheilungen, nämlich in die geometrische Construktion in der Ebene, und in die Projektionslehre, zeichnende Geometrie, getheilt.

Was die systematische Folgenreihe der I. Abtheilung betrifft, so sind die Construktionen so geordnet, wie selbe in den meisten Schulen, wo dieser Unterricht rationell betrieben wird, vorgenommen werden.

Beginnend mit der Construktion des Winkels, der Parallellinien, der Drei- und Vierecke, folgt die Zeichnung der Maaßstäbe und der Vielecke, denen sich die Aufgaben über krumme Linien, nämlich die des Kreises, der Ellipse, Ovale und der Spirale, anreihen. Den Schluß bilden Zusammenstellungen von Flächenfiguren, welche so häufig in den technischen Künsten als Verzierung Anwendung finden, und hiebei die zweckmäßigsten Linearzeichnungs-Uebungen abgeben.

Ob jedoch letztere sogleich nach dem Zeichnen der Drei-, Vier- und Vielecke vorgenommen werden sollen, bleibt dem Ermessen des Lehrers anheimgestellt.

Ebenso können auch da, wo verschiedene Lösungen einer Aufgabe angegeben sind, und wo die einfachste immer vorangeht, die übrigen Lösungen ohne Störung der Folgenreihe weggelassen werden.

Was den technischen Theil des Zeichnens selbst anbelangt, so ist bekanntlich nebst der richtigen Construktion auch noch auf einen streng genauen und reinen

Umriß zu sehen und dem Anfänger anzurathen, diese Aufgaben eher größer als wie kleiner zu zeichnen.

Die mit Tonlagen behandelten Blätter können, nachdem die Umrisse mit schwarzem Tusche gezeichnet, gleichfalls mit Tusch oder Farbe ausgeführt werden, und dienen sonach dem Schüler gleichsam als Vorübung im Tuschen und Coloriren.

Da diese Blätter vorzugsweise für den Schüler zum Selbstunterrichte bestimmt sind, so habe ich es daher nicht für überflüssig gehalten, über Beschaffenheit der Zeichnungs-Instrumente u. s. w., so wie auch über die Technik des Zeichnens selbst, das Hauptsächlichste zu erläutern.

Auch wurde für Solche, welche das Studium der Geometrie noch nicht durchgemacht haben, davon dasjenige beigefügt, was für diese Zeichnung zu wissen nothwendig ist.

Ob nun diese Blätter ihrem Zwecke entsprechen und zur Förderung dieses Unterrichtes beitragen, mögen wohl praktische Lehrer dieses Faches am besten zu beurtheilen im Stande sein. Dankend werde ich jede gründliche Kritik beachten, und bei einer allenfallsigen zweiten Auflage Anträge und Wünsche dieser Art nach Kräften zu berücksichtigen bemüht sein.

Inhalt.

Einleitung.

Zeichnen heißt Gegenstände mittelst Striche oder Linien auf einer Fläche darstellen, so daß dadurch der Beschauer einen deutlichen Begriff von dem dargestellten Gegenstande erhält.

Werden die wirklichen oder scheinbaren Grenzen des Gegenstandes blos durch Linien angegeben, so ist diese Darstellung eine Umriß- (Contour-) Zeichnung; sind hingegen die Licht- und Schattenstellen des Gegenstandes auf der Zeichnung ausgedrückt, so wird selbe eine schattirte (ausgeführte) Zeichnung genannt.

Im Allgemeinen unterscheidet man Freihand- und Linear-Zeichnen.

Bei ersterem werden die Linien, durch welche man irgend einen Gegenstand darstellt, mit freier Hand und nach bloßem Augenmaße gezogen; beim letzteren kommen mechanische Hilfsmittel, als Maßstab, Lineal und Zirkel in Anwendung.

Die Linearzeichnung gehört sonach in das Gebiet der angewandten Geometrie, und es lassen sich durch selbe nur solche Gegenstände darstellen, deren äußere Umrisse mittelst des Maßstabes und des Lineals und Zirkels construirt werden können.

Die Anfangsgründe dieser Linear-Zeichnung theilen sich

I. in die geometrische Zeichnungslehre (Construktion in der Ebene) und

II. in die Projektionslehre.

Die geometrische Construktionslehre macht uns mit den geometrischen Linien und Flächen und deren Eigenschaften bekannt, und zeigt uns, wie selbe in der Ebene liegend construirt werden.

Die Projektionslehre aber lehrt uns, wie körperliche Gegenstände im Raume dargestellt, und wie aus diesen Darstellungen die wirkliche Gestalt und Größe des Gegenstandes zu entnehmen sei.

Bevor mit der geometrischen Zeichnungslehre begonnen wird, soll zuerst das Nöthigste über Beschaffenheit und Gebrauch der zum Linearzeichnen erforderlichen Instrumente ꝛc. erläutert werden.

Ueber Beschaffenheit und Gebrauch der zum Linearzeichnen nöthigen Materialien, Instrumente und Apparate.

Die Zeichnungs-Materialien bestehen in
Papier;
Bleistift;
Gummi elasticum;
Mundleim;
Tusch und Farben.

Die zum Linearzeichnen erforderlichen Instrumente und Apparate 2c. 2c. sind:
ein Reißzeug;
Reißbrett;
Lineal und Winkel;
Messer, Federn, Pinsel, Tusch- und Wassergefäß und Schwamm.

Papier.

Unter den 2 Hauptsorten, nämlich ungeleimten und geleimten Papier, ist ersteres zum Drucke bestimmt, und sogleich daran zu erkennen, wenn ein Bogen an seinen Rändern mit der Zunge angefeuchtet, die Feuchtigkeit gierig aufsaugt.

Alles Schreib- und Zeichnungspapier gehört zur letzteren Sorte.

Zum Linearzeichnen ist ein weißes, gut geleimtes, körperhaftes Papier von möglichst glatter Oberfläche das geeignetste.

Kennzeichen eines guten Papieres sind, wenn ein Bogen gegen das Licht gehalten, überall gleich stark durchgeht, keine hellen oder dunklen Flecken sich zeigen, und auch keine fremdartigen Theile, wie z. B. Spreu 2c. 2c. oder kleine Löcher hat.

Eben so wenig soll gut geleimtes Papier selbst durch starkes Reiben mit dem Gummi elasticum aufgeraut werden.

Das englische Zeichnungspapier mit seinem Wasserzeichen (J. WHATMAN TURKEYMILL mit der Jahreszahl) bezeichnet, wäre das beste aber auch das theuerste.

Dasselbe wird auch von mehreren Fabriken nachgeahmt, was jedoch meistens von geringerer Qualität ist.

Mundleim.

Der größeren Genauigkeit halber, so wie auch zur Bequemlichkeit beim Zeichnen wird meistens das Papier auf dem Reißbrette befestigt (aufgespannt).

Dasselbe geschieht durch Aufkleben mit Kleister, oder in Wasser aufgelösten Gummi arabicum 2c. 2c., am zweckmäßigsten aber durch Mundleim, dessen Hauptbestandtheile Tischlerleim und Zucker sind. Derselbe ist von hellbrauner durchsichtiger Farbe und im Handel in flach viereckigen Stücken zu haben.

Aufspannen des Papiers.

Beim Aufspannen wird zuerst die weniger schöne Seite des Papiers mit einem nassen Schwamme gleichmäßig so stark befeuchtet, bis kein Wasser vom Papier mehr aufgesaugt wird, wobei jedoch die Ränder desselben weniger stark befeuchtet werden dürfen.

Der befeuchtete Bogen wird dann gewendet, dessen Ränder mit Kleister bestrichen und an das Brett gedrückt.

Um am leichtesten mittelst Mundleim das Beleimen und Aufkleben der Papierränder zu bewerkstelligen, bedient man sich des Lineals, welches man mit seiner Facette nach unten auf den Papierrand legt und festhält, und dabei zwischen

Brett und Papier mit dem bereits im Munde befeuchteten Mundleime rasch hin- und herreibt, dann endlich den Papierrand an's Brett drückt und mit dem Nagel des Daumens niederreibt; oder man legt ein Blatt festes Papier auf den beleimten Papierrand und bedient sich zum Niederreiben eines Falzbeines.

Das aufgespannte Papier darf weder am Ofen, noch an der Sonne getrocknet werden, indem dieß das Abspringen des Papiers zur Folge haben könnte.

Im befeuchteten Zustande läßt sich die Güte des Papiers genau erkennen. Bei gut geleimtem Papiere wird das Aufsaugen des Wassers langsam und gleichmäßig erfolgen.

Wird das Wasser schnell oder ungleich aufgesaugt, oder theilweise so stark, daß dunkle Wasserflecken entstehen, so ist solches Papier wenigstens zum Tuschen nicht zu gebrauchen.

Schwamm.

Der zum Befeuchten des Papieres beim Aufspannen, so wie auch manchmal zum Abwaschen einer Zeichnung nothwendige Schwamm (Wasserschwamm) soll von allen fremdartigen Theilen, wie Sand ꝛc. ꝛc., frei sein, und stets rein und vor Staub geschützt erhalten werden.

Bleistifte.

Bleistifte gibt es weiche und härtere Sorten, wovon die weichen Stifte sich mehr zum freien Handzeichnen; die härteren aber zum Linearzeichnen sich eignen.

Die Qualität eines Stiftes läßt sich allein beim Spitzen desselben und durch gemachte Strichproben erkennen.

Bei den zum Linearzeichnen passenden Bleistiften soll das Holz, in welches der Stift gefaßt ist, sowie auch das Blei (Graphit) nicht zu hart, noch zu weich, und gut zu schneiden sein, das Blei einen Silberglanz haben und eine feine Spitze annehmen, welche beim Spitzen, sowie beim Zeichnen nicht abbrechen, und auch beim Gebrauche keine merkliche Abnützung zeigen darf.

Die damit gezogenen Linien sollen rein und scharf, und von lichtgrauer Farbe sein. Auch sollen sich die Bleistiftstriche mit dem Gummi elasticum vollkommen abwischen lassen, ohne daß eine vertiefte Spur im Papiere sichtbar bleibt. Bleistifte, welche dunkle schwarze Striche geben, eignen sich nicht hiefür, weil auf den schwarzen Linien die feinen Zirkelstiche der aufgetragenen Maaße oder Theilungen nicht gut sichtbar sind.

Die englischen Stifte wären die besten, sind aber für den gewöhnlichen Gebrauch zu theuer; indessen werden in mehreren Fabriken Deutschlands ähnliche Stifte hergestellt, welche bedeutend billiger sind.

Der Bleistift muß immer mit einem scharfen Messer gespitzt werden, und die Spitze des Stiftes lang und kegelförmig sein.

Um diese immer fein und scharf zu erhalten, kann man sich auch einer eigens dazu bestimmten feinen flachen Feile bedienen, oder in Ermanglung deren auf einem Stückchen festen Papiere den gespitzten Stift zuschleifen.

Für das Bleirohr des Stockzirkels hat man gewöhnlich dünnere Stifte von derselben Qualität. Hiefür eignet sich mehr eine lange, keilförmige, schneidige Spitze, nur muß die flache Seite der Schneide in der Richtung der zu beschreibenden Kreise stehen und immer scharf erhalten werden.

Messer.

Das für verschiedene Zwecke beim Linearzeichnen nothwendige Messer soll 3 Klingen haben, wovon eine zum Bleistiftspitzen und Abschneiden des Papiers vom Brette, eine zweite zum Federschneiden, und die dritte zum Herausnehmen fehlerhafter Striche ꝛc. ꝛc. (Radiren) bestimmt ist. Die Radirklinge muß nach vorne zu eine abgerundete Form haben.

Gummi elasticum.*)

Der zum Auswischen der Bleistiftlinien und Reinigen des Papiers nothwendige Gummi elasticum ist im Handel

*) Caoutchouc oder Gummi elasticum (Federharz) findet sich in verschiedenen Bäumen des südlichen Amerika's und Ostindiens vor. Wenn

im gereinigten Zustande in viereckigen Stücken zu haben. Derselbe soll in der gewöhnlichen Zimmertemperatur nicht hart, aber auch nicht weich sein, und beim Wischen auf dem Papiere nicht schmutzige Streifen hinterlassen.

Tusch und Farben.

Damit eine mit Bleistift vollendete Linearzeichnung mehr Deutlichkeit erhält und nicht verwischt werden kann, so werden die Linien gewöhnlich mit schwarzer Farbe (Tusch) nachgezogen. Sodann manchmal auch, besonders technische Zeichnungen, mit Tusch schattirt (getuscht) und mit leichten Lasurfärbungen colorirt, wodurch die Formen, so wie das Material der dargestellten Gegenstände mehr hervorgehoben und leichter zu erkennen sind.

Tusche gibt es von blau- und braunschwarzer Farbe, wovon ersterer wegen seines tiefen Schwarzes sich vorzüglich zum Contourenzeichnen eignet, letzterer aber wegen seines warmen braunen Tones beim Tuschen oder Schattiren Anwendung findet.

Derselbe kommt im Handel meistentheils in viereckiger Form, in verschiedener Größe vor, und die Preise desselben richten sich nach der Feinheit und Größe des Stückes.

Um die Güte des Tusches zu erproben, netze man einen Fingerknöchel mit der Zunge an und reibe den Tusch darauf ab. Guter Tusch soll sich während des Reibens langsam auflösen, und was auf dem Knöchel haftet, muß nach dem Vertrocknen fein sein und einen leichten Goldglanz zeigen, und darf, mit trockner Leinwand oder anderm Weißzeug abgerieben, nicht abfärben.

Ebenso soll auch am Tusche selbst die getrocknete abgeriebene Fläche glatt, ohne Risse und Rauhheit sein, dieselbe Feinheit und leichten Goldglanz zeigen.

---

man in die Rinde dieser Bäume einen Einschnitt macht, quillt ein milchichter Saft heraus, der sich in der Luft verhärtet und das Gummi elasticum bildet.

Die chinesischen Tusche sind als die besten anerkannt; sehr häufig aber sind die im Handel als solche vorkommende blos nachgeahmte.

Die Farben bekommt man in viereckigen Stücken von verschiedener Größe.

Gute Farben sollen gleich dem Tusche am Fingerknöchel gerieben, sich nicht zu schnell auflösen und jedenfalls die aufgelöste und getrocknete Farbe mit Leinwand abgerieben nicht abfärben.

Am besten läßt sich die Güte der Tusche und Farben beim Gebrauche erkennen.

Mit Tusche oder guter Farbe muß man mittelst des Pinsels gleichtönige Flächen auf dem Papiere rein, gleichmäßig und fleckenfrei anlegen können; beim Schattiren (Tuschen) und Coloriren müssen die Uebergänge vom Dunkelen in's Helle sich zart verarbeiten (verwaschen) lassen, und angelegte Theile nach dem Abtrocknen öfters überarbeitet werden können, ohne daß die erste Tusch- oder Farbanlage durch den nassen Pinsel aufgelöst wird.

Die englischen Farben, besonders die von Ackermann in London, sind in Hinsicht ihrer Feinheit und Schönheit die vorzüglichsten.

Für den Zweck des Linearzeichnens genügen folgende sechs Farben, da durch Mischung dieser sich alle vorkommenden Farbentöne herstellen lassen, als:

1) für blau, Pariserblau;
2) „ roth, Zinnober und Carmin;
3) „ gelb, Gummigut und ungebrannter römischer Ocker;
4) „ braun, gebrannte Terra Siena.

Pinsel.

Zum Schattiren mit Tusch, sowie auch beim Coloriren, bedient man sich der in Federkiele gefaßten Haarpinsel, deren es kleinere und größere Sorten gibt, wovon jedoch die von

mittlerer Größe die geeignetsten sind, indem mit kleinen Pinseln sich größere Flächen nicht gleichmäßig anlegen lassen.

Beim Tuschen werden zwei Pinsel, wovon einer etwas größer ist, an einen kurzen Stiel gesteckt.

Der kleinere wird zu Tusch oder Farbe, der größere aber als Wasserpinsel beim Verwaschen der Töne benützt. Nach dem Gebrauche muß der Pinsel in reinem Wasser gut ausgewaschen und vor Staub geschützt werden.

Bei guten Pinseln sollen sich die Haare beim Eintauchen ins Wasser in eine feine Spitze endigen und selbst im nassen Zustande ihre Elastizität beibehalten, so daß, wenn man einen Pinsel auch umbiegt, sich seine Haare nicht theilen, sondern in ihre vorige gerade Spitze vereinigen.

Die Lyonerpinsel werden für die besten gehalten.

Tusch- und Wassergefäß.

Beim Tuschen und Coloriren sind mehrere Gefäße zum Anreiben des Tusches und der Farben, so wie auch ein Wasserglas erforderlich.

Diese Tusch- oder Farbgefäße (Tuschschalen genannt) können von Glas oder Porcellan sein; nur muß ihre innere Fläche besonders glatt und ohne Risse sein.

Zum Anreiben des Ausziehtusches oder Farbe genügt eine Schale von kleinerem Umfange, zum Tuschen und Coloriren aber bedarf man größerer und flacher Schalen.

Reißzeug.

Unter Reißzeug versteht man sämmtliche, zum Linear-Zeichnen unentbehrlichen Instrumente, gewöhnlich in einem Etui vereint.

Die drei Hauptbestandtheile desselben sind:

1) Der Spitz- oder Handzirkel;
2) Der Stock- oder Einsatzzirkel mit seinem Einsatze bestehend:
   a. aus dem Bleirohre (Bleifeder, Bleifuß),
   b. der Zirkelreißfeder,

c. der Einsatznadel und

d. dem Verlängerungsstücke.

3) Die Handreißfeder; und endlich der Transporteur und Zirkelschlüssel.

Der Spitzzirkel, bestimmt zum Abnehmen und Auftragen der Maaße, sowie zur Theilung der Linien, besteht aus zwei in Spitzen endigende Schenkel, die an ihrem obern breiten Theile durch eine Scharnier vereiniget sind, welches der Kopf des Zirkels genannt wird.

Der Kopf, so wie die halbe Länge der Schenkel sind gewöhnlich aus Messing, oder Weißkupfer; die Spitzen der Schenkel, so wie theilweise das Scharnier aber aus gehärtetem Stahl.

Die Schenkel des Spitz- und Stockzirkels sollen ohne Anstrengung geöffnet, und ebenso mit sanfter gleichförmiger Bewegung geschlossen werden können; auch sollen die geschlossenen Seiten der Schenkel keine Zwischenräume sichtbar lassen, und beide Spitzen in diesem Zustande in eine einzige feine Spitze endigen.

Beim Stockzirkel, welcher zum Ziehen der Kreise dient, können die in Hülsen durch Schrauben festgehaltenen Spitzen herausgenommen und dafür der Nadeleinsatz nebst dem Bleirohr, oder der Zirkelreißfeder mit oder ohne Verlängerungsstück, eingefügt werden.

Jeder dieser eingefügten Theile muß genau passend in seiner Hülse feststehen, und darf nicht im geringsten wanken, wenn auch die Stellschraube nicht angezogen ist.

a. Das Bleirohr, in welches man einen Bleistift, beiläufig von ein Zoll Länge, der durch eine Schraube festgehalten wird, steckt, ist mit einem Gelenke zum Einwärtsbiegen seines Untertheils versehen, damit man beim Ziehen der Kreise dem darin befindlichen Bleistifte eine möglichst senkrechte Stellung zur Papierfläche geben kann.

b. Die Zirkelreißfeder, welche blos zum Ausziehen der Kreise mit Tusch gebraucht werden darf, besteht aus zwei flachen elastischen Stahlblättern, die durch eine Scharnier verbunden, und mittelst einer Schraube zusammengehalten und zu-

gleich weiter und enger gestellt werden können; je nachdem man damit feine oder dickere Linien ziehen will; auch hat diese Feder dasselbe Gelenk, wie das Bleirohr.

c. Der Nadeleinsatz ist gleichfalls mit einem Gelenke, und an seinem untern Ende mit einer, durch eine Schraube festgestellten feinen Nadel versehen, und wird zur Vermeidung großer Zirkelstiche da benützt, wo mehrere Kreise aus einem Mittelpunkte gezogen werden müssen.

d. Die Verlängerungsstange, in deren Hülse das Bleirohr, oder die Zirkelreißfeder mittelst Stellschraube festgemacht wird, ist hauptsächlich zum Ziehen großer Kreise anzuwenden.

Die Handreißfeder dient zum Ziehen gerader Linien; ist ähnlich der Zirkelfeder und mit einem Stiele versehen. Sie kann gewöhnlich von ihrem Stiele abgeschraubt werden, an welchem dann eine Paus- oder Punktirnadel befindlich ist, die zum Ziehen feiner Linien oder zum Durchstechen einzelner Punkte gebraucht wird.

Dies wären somit die nothwendigsten Theile eines Reißzeuges, zu denen auch der Transporteur und Zirkelschlüssel gehören.

Der Transporteur, zum Messen der Winkel bestimmt, ist gewöhnlich von dünnem Messing, oder Horn; da letzteres sich gerne verzieht, so wird meistens der messingene vorgezogen.

Der Zirkelschlüssel zur Schraube, an der flachen Seite des Zirkelkopfes gehörig, dient um die Bewegung des Zirkels leichter oder strenger reguliren zu können.

Außer diesen, für jeden Anfänger des Linearzeichnens unentbehrlichen Instrumenten gibt es auch noch größere Reißzeuge, welche nebst dem obigen auch noch mehrere, für Architektur- und Maschinenzeichner erfordliche Instrumente enthalten, als:

einen Haarzirkel für die feinsten Theilungen, die mittelst des Spitzzirkels nicht mehr ausgeführt werden können;

einen kleinen Stockzirkel für kleine Kreise;

eine kleinere Handreißfeder für besonders feine Linien und endlich

den Null- oder Federzirkel zum Zeichnen der kleinsten Kreise.

Die Schweizerreißzeuge, besonders die Aarauer wurden längst als die besten anerkannt. Neuerer Zeit werden jedoch in mehreren Städten Deutschlands Reißzeuge verfertiget, die den Aarauischen hinsichtlich der Genauigkeit, Zweckmäßigkeit und Schönheit der Form nicht nachstehen und überdieß noch wohlfeiler sind, als jene.

Die Beschaffenheit eines Reißzeuges, und vorzugsweise die der Reißfeder, läßt sich am sichersten durch den Gebrauch erproben. Jede gute Ziehfeder muß eine gewisse Schärfe besitzen, ohne in das Papier einzuschneiden, auch viel Tusch aufnehmen und denselben leicht und gleichmäßig ausfließen lassen, damit die Linien scharf und gleich dick werden.

Hat eine Reißfeder diese Eigenschaft verloren, so muß sie durch Schleifen wieder hergerichtet werden, was jedoch Geschicklichkeit und Uebung erfordert. Dieses Schleifen geschieht auf einem feinen Streichsteine vermittelst Baumöl, und wird gewöhnlich blos an der Außenseite der Blätter vorgenommen.

Besonders muß dabei darauf gesehen werden, daß die Spitzen der beiden Blätter sowohl an der Außenseite, als auch an ihrem untern Ende flachrund auslaufen. Auch wenn die Blätter aneinander anstehen, müssen ihre unteren Enden gleich lang sein, und dürfen, wenn man sie im Lichte betrachtet, nicht glänzen, welches immer ein Zeichen der Abnützung ist, sondern dunkel erscheinen.

Um den Reißzeug immer im guten Zustande zu erhalten, und vor dem so nachtheiligen Roste zu bewahren, darf man nicht unterlassen, sobald sich Rostflecke an der Feder, oder an irgend einem stählernen Theil des Zirkels zeigen, diese Stellen mit Baumöl zu befeuchten, mit einem trocknen Tuchläppchen abzureiben, und dann mit altem Leinenzeuge zu reinigen.

Das Reinigen der Feder muß auch während des Gebrauchs öfters vorgenommen werden, indem beim anhaltenden Gebrauche sich an den innern Seiten der Reißfeder gerne eine Tuschkruste

ansetzt, die dann das gleichmäßige Ausströmen des Tusches hindert.

Zu diesem Zwecke dreht man die Schraube zurück, wodurch sich die Blätter öffnen; taucht deren Spitzen ins Wasser, und putzt selbe mit einem leinenen Läppchen rein.

Nach dem Gebrauche aber dreht man die Schraube ganz heraus, um durch Aufhebung des äußern Blattes die Reinigung besser vornehmen zu können.

Wird dann die Ziehfeder ins Etui gelegt, so dürfen ihre Blätter nur ein wenig durch die Schraube zusammengezogen werden, indem sie sonst ihre Elastizität verlieren würden.

Reißbrett.

Das Reißbrett soll soviel wie möglich eben, und aus gut ausgetrocknetem, von Aesten und Rissen freiem Fichten-, Tannen-, oder noch besser Lindenholze sein.

Dasselbe soll des starken Schwindens wegen seiner Breite nach aus zwei oder drei Stücken zusammengesetzt, und verleimt; auch an seiner untern Seite mit zwei Einschubleisten versehen sein, welche blos in ihrer Nuthe fest eingetrieben aber nicht durch Leim oder Nägel mit dem Reißbrette verbunden sein dürfen, so daß sie das Anschwellen und Schwinden desselben gestatten.

Lineal und Winkel.

Das Lineal dient zum Ziehen gerader Linien, und in Vereinigung mit einem Winkel zum Ziehen gerader Parallellinien.

Dasselbe soll aus gerad gewachsenem, astfreien, vollkommen ausgetrocknetem Holze; nicht zu dünn und eher etwas länger, als das Reißbrett sein; auch soll es auf beiden breiten Seiten vollkommen eben, und auf der schmalen ganz gerade, und auf einer dieser letzteren eine schräge Fläche (Facette) haben.

Am zweckmäßigsten, und am meisten gegen das Verziehen gesichert, sind die Lineale, welche ihrer Breite nach aus drei Theilen zusammengeleimt sind, wovon der mittlere Theil aus

Fichten oder Weißtannen, und die beiden äußern Theile aus Apfel- oder Birnbaumholz bestehen.

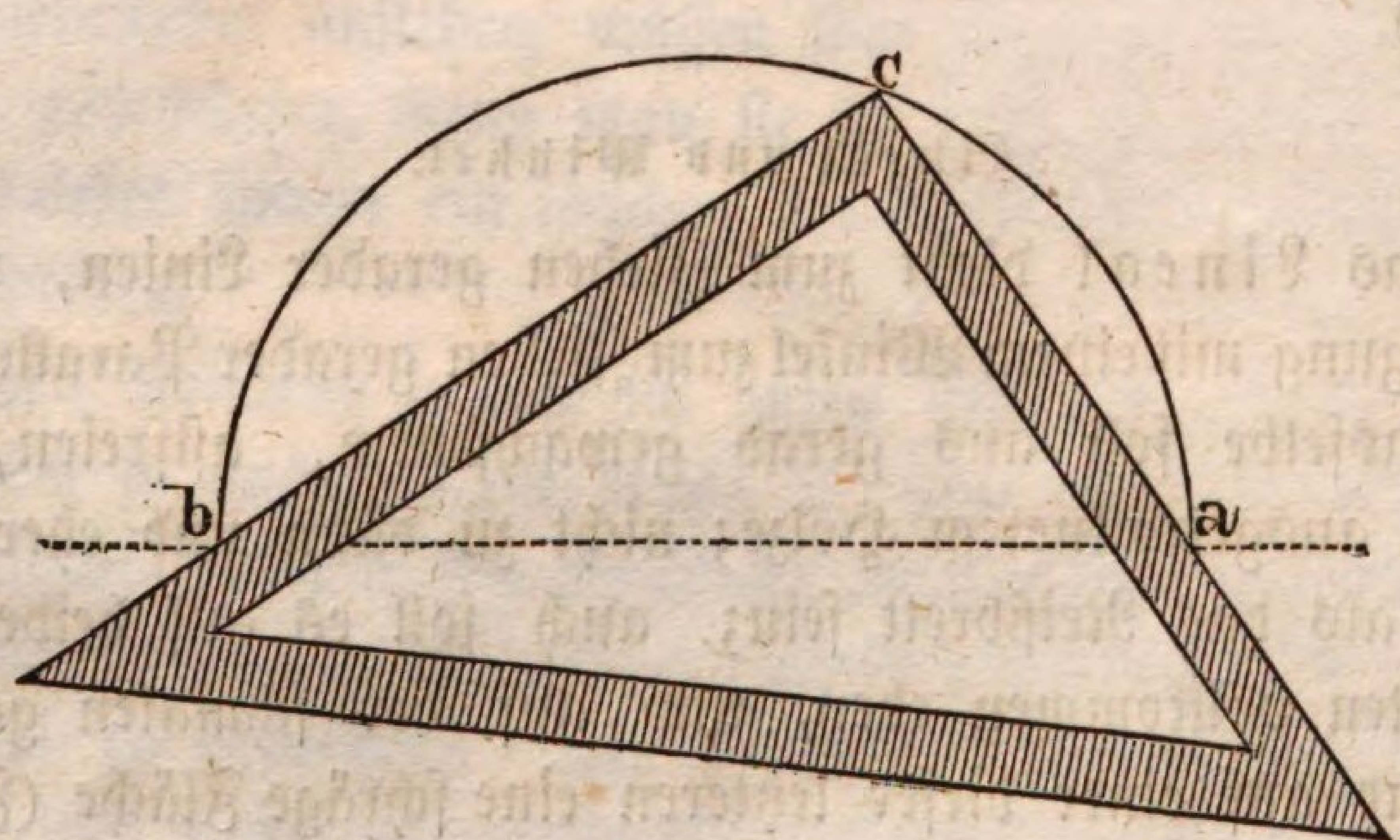
Um zu finden, ob das Lineal oder ein Winkel gerade ist, zieht man an der zu untersuchenden Lineal- oder Winkelkante auf Papier eine feine Linie, dreht das Lineal dann um und legt die nämliche Kante an die gezogene Linie scharf an, und zieht eine neue Linie, welche die erste decken muß, wenn das Lineal vollkommen gerade ist.

Ein Winkel (Equerre) ist aus drei Linealen zusammengesetzt, von denen jedes einzelne, wie schon beim Lineale bemerkt, am geeignetsten aus drei Theilen bestehen soll.

Jeder Winkel muß auf beiden flachen Seiten ganz eben, auf der schmalen vollkommen gerade und ohne Facette sein; auch müssen zwei Lineale hievon genau rechtwinkelig zusammengefügt sein.

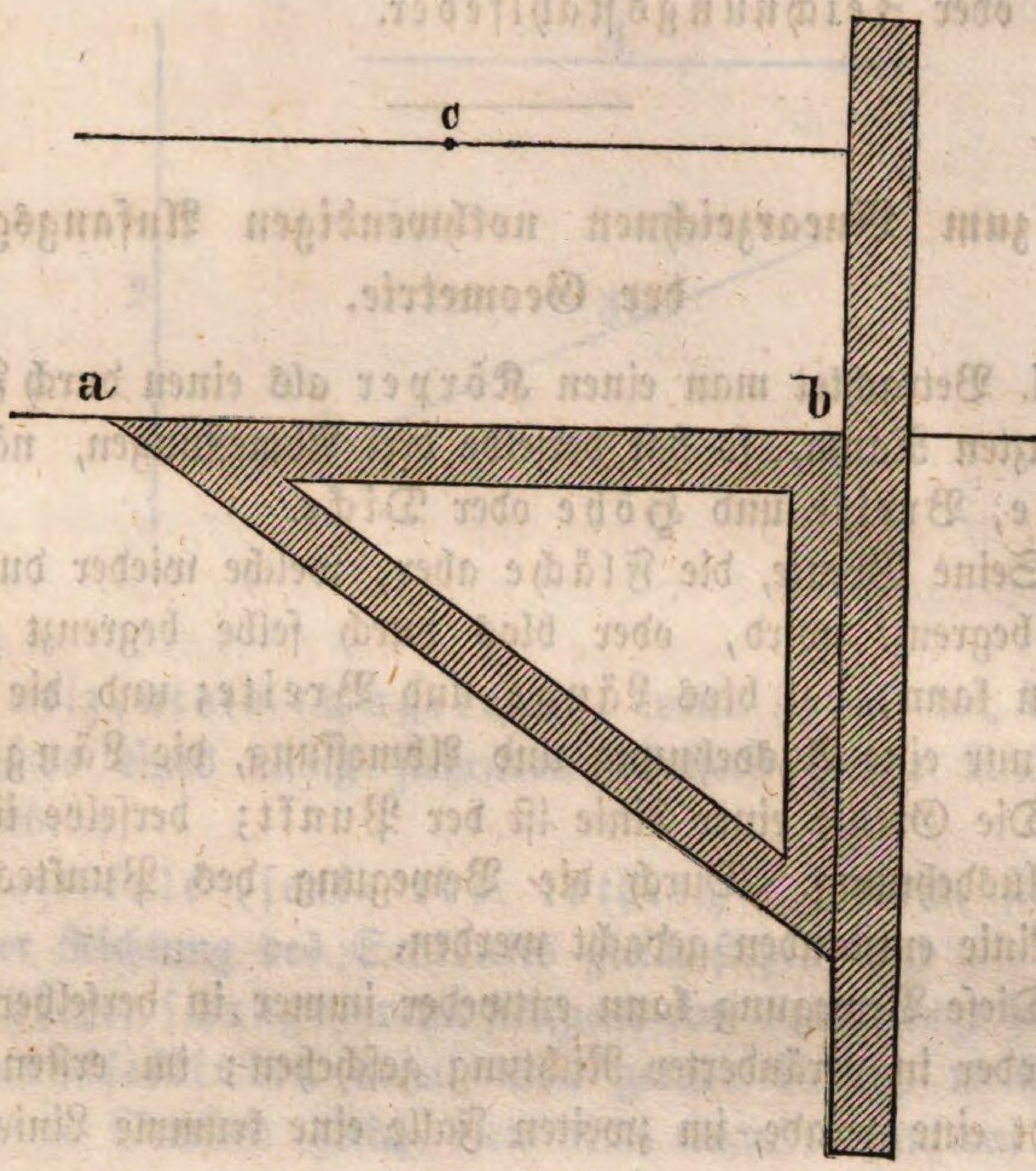
Anfänglich genügt ein größerer und ein kleinerer; letzterer soll ein sogenannter 45° Winkel sein; nämlich wo die den rechten Winkel bildenden zwei Seiten gleich lang sind.

Um zu untersuchen, ob ein Winkel genau rechtwinkelig ist, beschreibe man auf eine gerade Linie einen Halbkreis, lege einen Schenkel des Winkels an das Ende des Durchmessers b,



und die Spitze c an einen beliebigen Punkt der Peripherie, so muß der andere Schenkel das andere Ende a des Durchmessers genau durchschneiden.

Sollte mit einer gegebenen Richtung mittelst Lineal und Winkel, oder zweier Winkel, eine Parallellinie gezogen werden,



so wird der eine Winkel an die gegebene Gerade a b angelegt, das Lineal oder der zweite Winkel an die Seite des ersteren gebracht und festgehalten, und so dieser bis an den Punkt c der zu ziehenden Parallellinien geführt.

Sind mehrere Parallellinien nach einer Richtung zu ziehen, so befestigt man das Lineal auf dem Reißbrette mit zwei kleinen Schraubzwingen, die gewöhnlich von Holz oder Eisen sind.

Außerdem hat man zum Zeichnen verschiedener krummer Linien aus dünnem Messing oder Holz ausgeschnittene Chablone (Curvenlineale), welche besonders beim Maschinenzeichnen für größere Curven anwendbar sind; allein kleinere Curven sollen ohne dieses Hilfsmittel aus freier Hand gezeichnet werden.

Zum Ausziehen mit Tusche der aus freier Hand zu ziehenden Linien bedient man sich einer gut geschnittenen Raben- oder Zeichnungsstahlfeder.

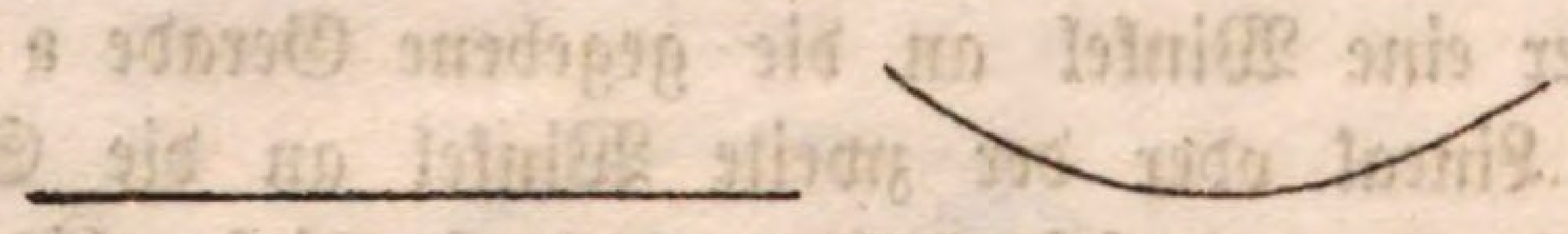
Die zum Linearzeichnen nothwendigen Anfangsgründe der Geometrie.

I. Betrachtet man einen Körper als einen durch Flächen begrenzten Raum, so hat derselbe drei Abmessungen, nämlich: Länge, Breite und Höhe oder Dicke.

Seine Grenze, die Fläche aber, welche wieder durch Linien begrenzt wird, oder blos durch selbe begrenzt gedacht werden kann, hat blos Länge und Breite; und die Linie selbst nur eine Ausdehnung und Abmessung, die Länge.

Die Grenze einer Linie ist der Punkt; derselbe ist ohne alle Ausdehnung. Durch die Bewegung des Punktes kann eine Linie entstanden gedacht werden.

Diese Bewegung kann entweder immer in derselben Richtung oder in veränderter Richtung geschehen; im ersten Falle entsteht eine gerade, im zweiten Falle eine krumme Linie.

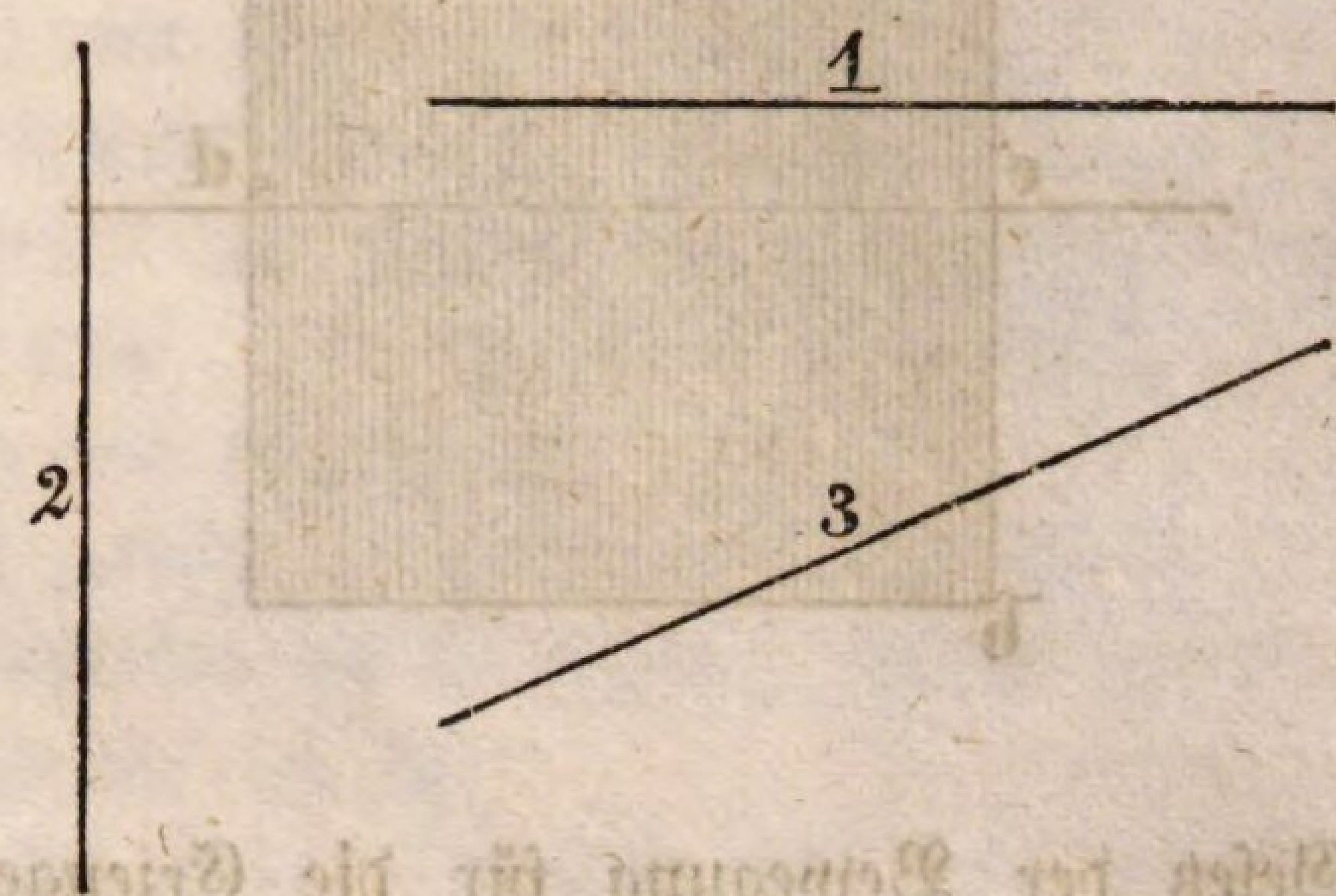


Die gerade Linie ist der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten, und da nur eine gerade Linie zwischen zwei Punkten gezogen werden kann, so ist auch jede Gerade durch zwei Punkte bestimmt.

Da der Punkt keine Ausdehnung hat, so ist er nur denkbar, eben so hat auch die Linie keine Dicke, da wir uns dieselbe durch den Punkt entstanden gedacht haben.

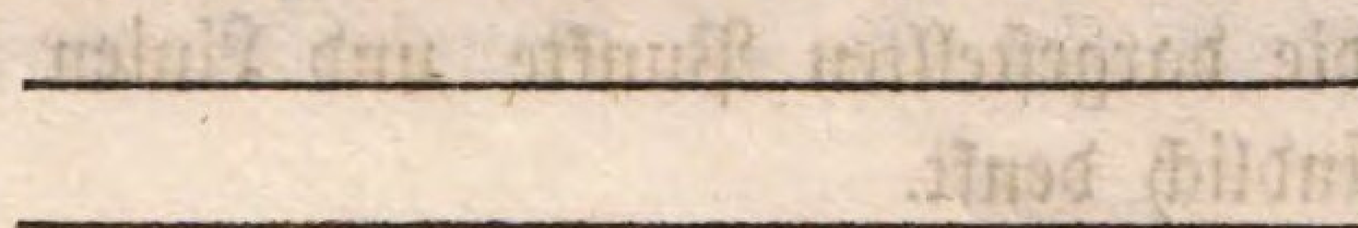
Es sind daher diejenigen Linien und Punkte, die wir auf dem Papiere bemerken, bloß Zeichen der wirklichen Linien und Punkte.

Die geraden Linien werden nach ihrer Stellung benannt:



1) horizontale (wagrechte), wenn sie mit der Oberfläche eines ruhig stehenden Wassers gleiche Richtung haben;
2) vertikale (senk- oder lothrechte), wenn sie mit der Richtung des Senkbleies gleich stehen, und
3) schiefe, schräge, wenn sie irgend eine andere Lage haben.

Parallellinien nennt man gerade Linien, welche in allen ihren Punkten gleich weit von einander entfernt sind

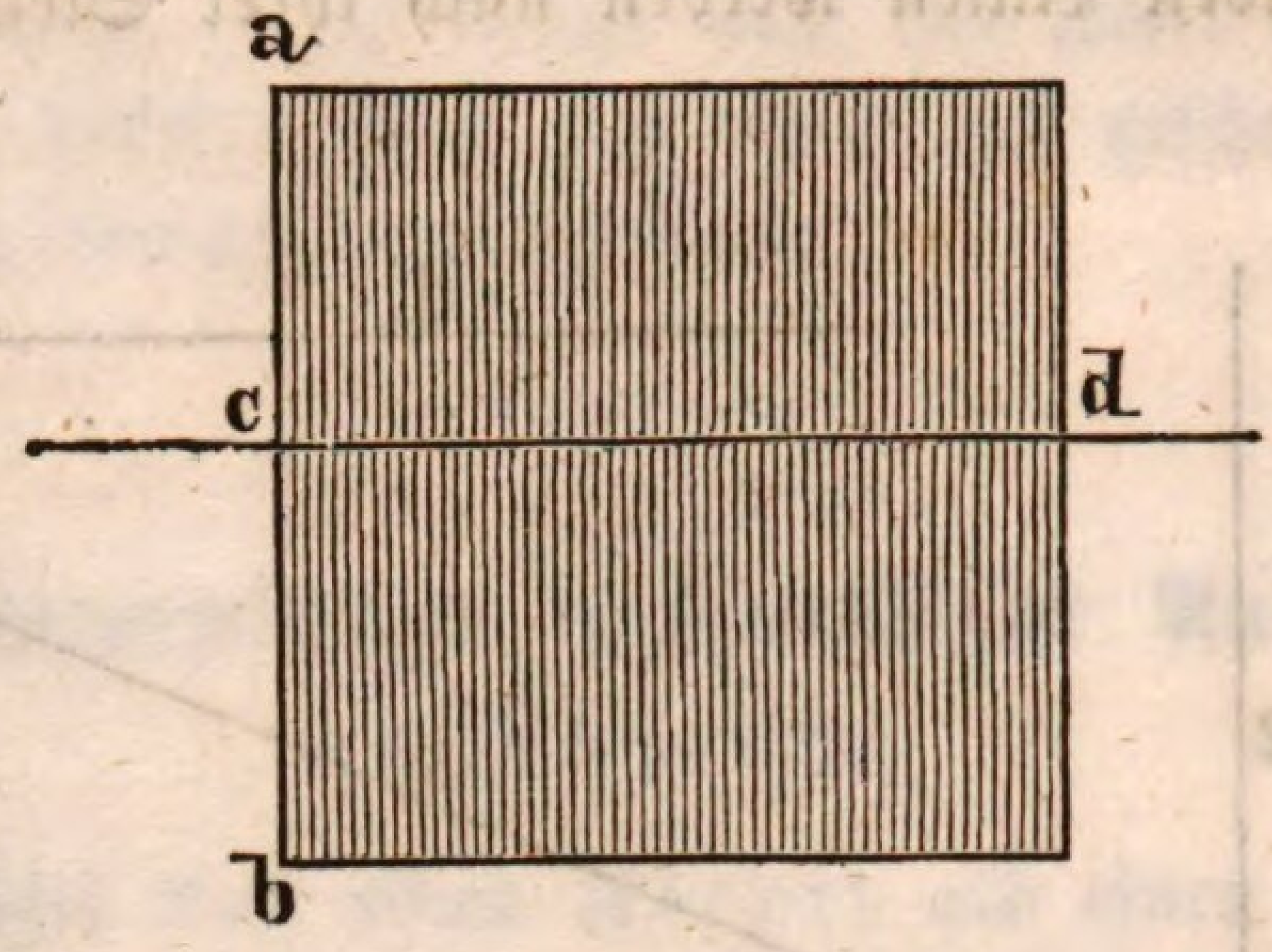


(und sich daher nie schneiden, soweit sie auch verlängert werden).

II. Die Flächen können wir uns durch Linien erzeugt vorstellen; und man hat hiebei auf dreierlei Rücksicht zu nehmen:

1) auf eine feste unbewegliche Linie, Leitlinie genannt,
2) auf eine bewegliche Linie, Erzeugungslinie genannt, und
3) auf das Gesetz der Bewegung für die Erzeugende.

Die einfachste unter den Flächen ist die Ebene, wir können uns dieselbe erzeugt denken durch eine gerade Erzeugende a b, welche die gerade Leitlinie c d berührt.



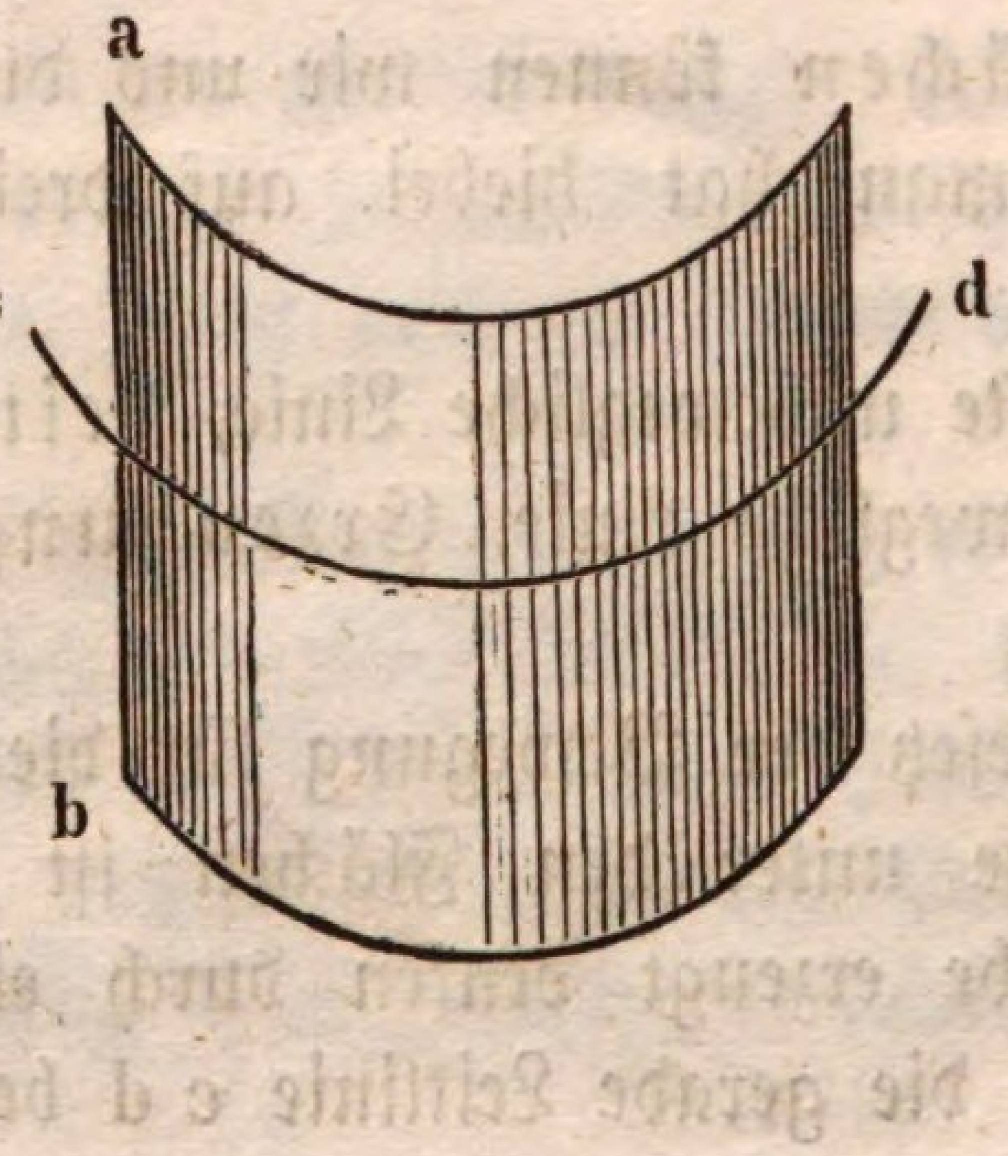
Das Gesetz der Bewegung für die Erzeugende a b ist, daß sie stets parallel zu ihrer ersten Stellung bleibt.

Die Ebene ist wie jede andere Fläche zweier Abmessungen fähig; sie hat Länge und Breite; da sie aber durch eine Linie erzeugt wird, welche selbst keine Dicke hat, so kann sie auch keine Dicke haben, und in so fern ist sie, gleich der Linie und dem Punkte, nur denkbar.

Die Ebene kann als unbegrenzter Raum gedacht, oder durch Linien begrenzt werden, wo sie dann eine begrenzte ebene Fläche genannt wird.

Die Ebene wird auch als Darstellungsfläche benützt, wobei man sich die dargestellten Punkte und Linien als stets in der Ebene befindlich denkt.

Wenn, wie bei der Ebene, eine Gerade a b als Erzeugende, statt der geraden Leitlinie aber eine krumme Linie c d



angenommen wird, und wenn sich a b parallel zu ihrer ersten Stellung fortbewegt; so wird, wofern sie die krumme Linie c d stets berührt, eine krumme Fläche erzeugt.

III. Krumme Linien, auch Curven genannt, gibt es unendlich viele; sie werden in einfach gekrümmte oder ebene Curven, und doppelt gekrümmte, oder windschiefe Curven eingetheilt.

Einfach gekrümmt nennt man eine Curve, wenn alle ihre Punkte in derselben Ebene liegen; doppelt gekrümmt, wo dieß nicht der Fall ist. Z. B.

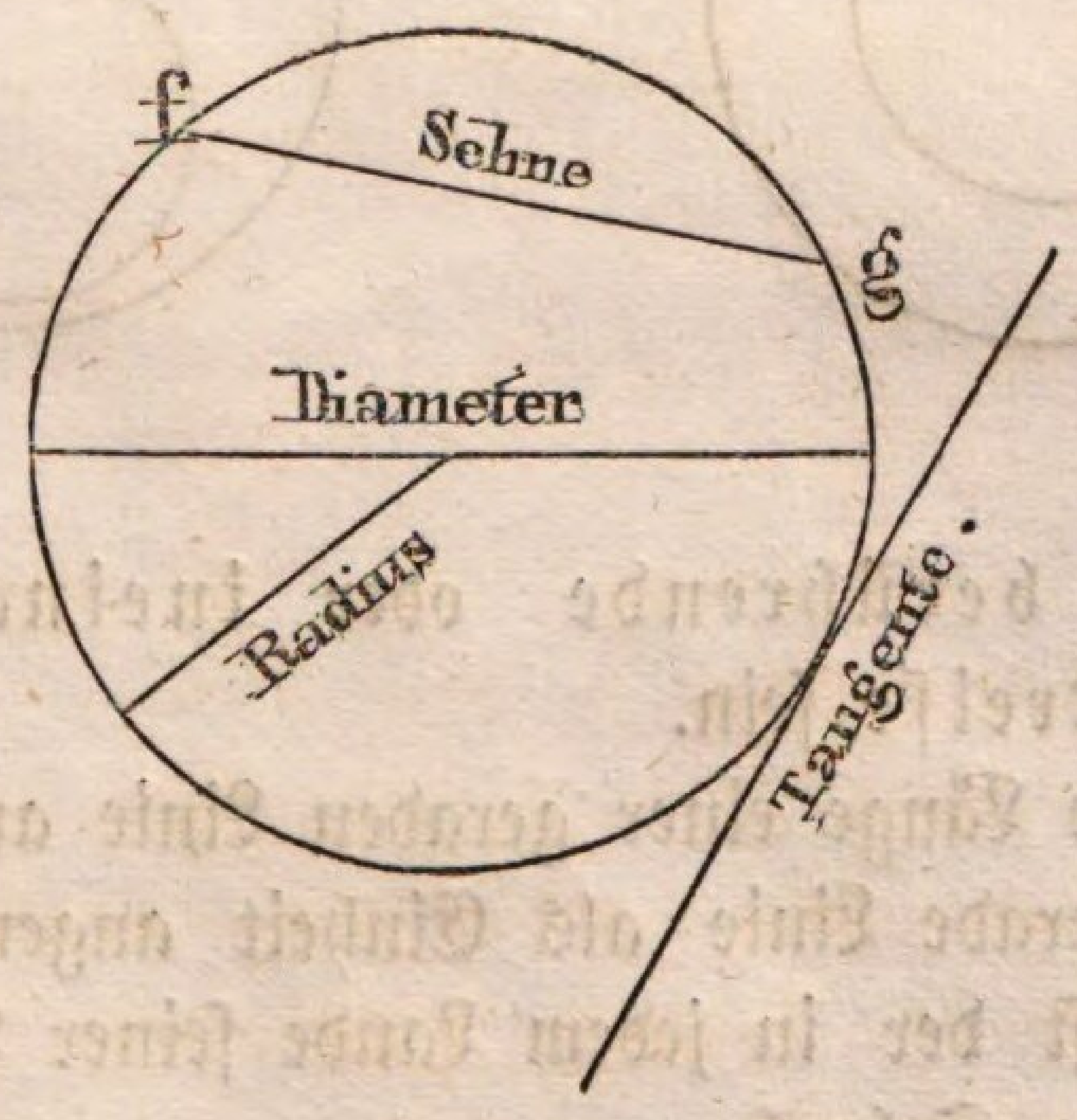
Der Kreis ist die einfachste und dabei am häufigsten vorkommende ebene Curve; denkt man sich aber den Kreis auf eine gebogene Oberfläche gelegt, so wird er nebst seiner ersten Krümmung noch eine zweite der erwähnten Oberfläche annehmen, und wird alsdann eine doppelt- oder windschiefe Curve.

Der Kreis entsteht, wenn sich ein Punkt um einen andern festen Punkt in der nämlichen Ebene in beständig gleicher Entfernung herumbewegt.

Der feste Punkt ist der Mittelpunkt (Centrum).

Die beschriebene krumme Linie, der Umkreis (Peripherie) Kreisumfang.

Jede vom Mittelpunkt bis an die Peripherie gezogene



Gerade heißt Halbmesser (Radius), und jede gerade Linie, die von einem Punkte des Umkreises bis zu einem andern Punkte desselben gezogen wird, heißt Sehne oder Corde.

Geht solch eine Sehne durch den Mittelpunkt, so hat man die größte Sehne oder den Durchmesser (Diameter) des Kreises.

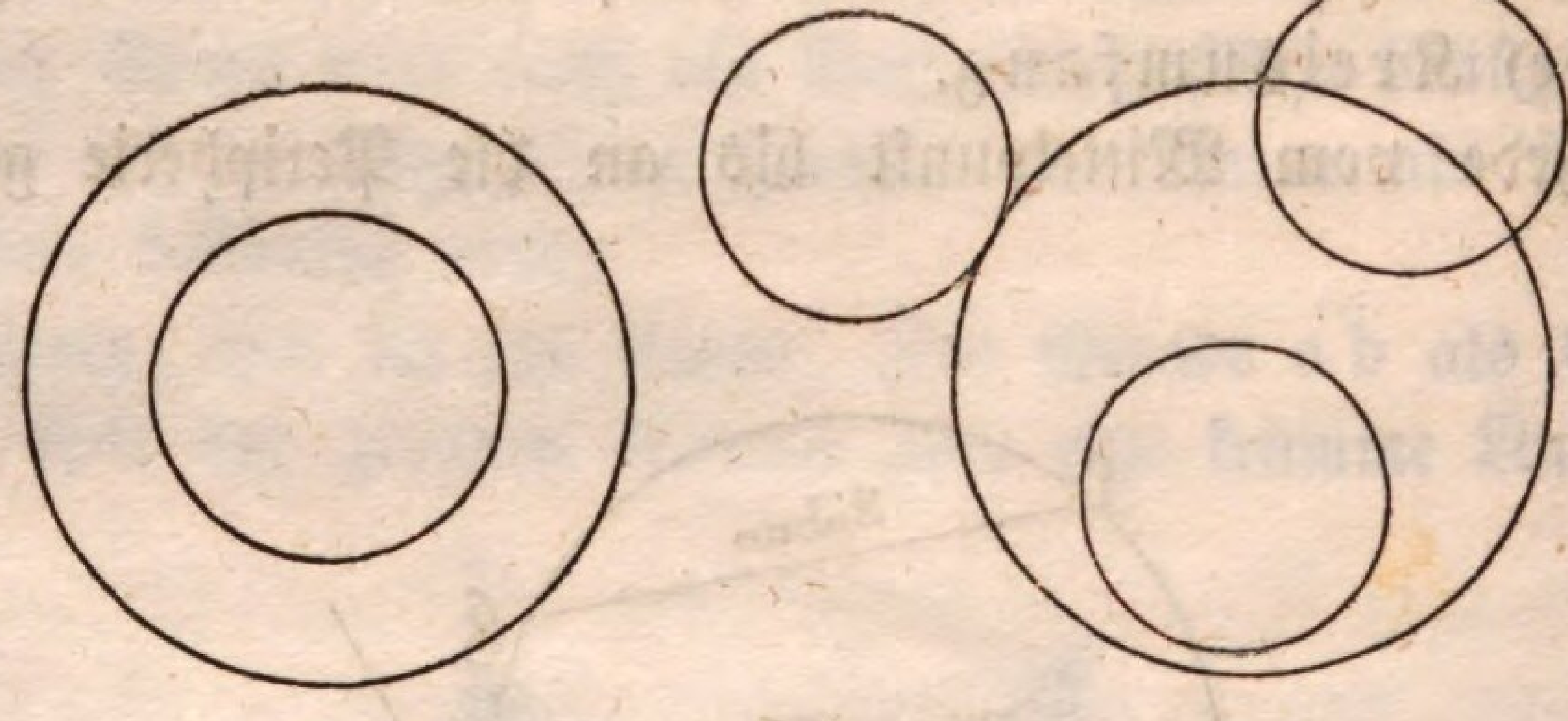
Jede Linie, welche den Umkreis an einem Punkte berührt, heißt Berührungslinie, Tangente.

Ein Theil des Umkreises heißt Bogen; der vierte Theil eines Kreises wird Quadrant, der sechste Theil Sextant, der achte Theil Octant genannt.

Sehne eines Bogens wie f g nennt man die Verbindungslinie seiner Enden.

Wenn zwei oder mehrere Kreislinien einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt haben, so heißen sie concentrische Kreise.

Kreislinien, welche keinen gemeinschaftlichen Mittelpunkt haben, werden excentrische Kreise genannt, und können



schneidende, berührende oder ineinanderliegende excentrische Kreise sein.

IV. Um die Länge einer geraden Linie auszumessen, muß eine andere gerade Linie als Einheit angenommen werden. Diese Einheit ist der in jedem Lande seiner Länge nach festgesetzte Fuß oder Schuh.

Bei dem Fußmaaße unterscheidet sich das zehntheilige

geometrische (Decimal-) Maaß und das zwölftheilige Werk- (Duodecimal-) Maaß genannt.

Bei diesem wird der Schuh in zwölf gleiche Theile getheilt, welche man Zoll nennt, jeder Zoll wieder in zwölf Theile oder Linien, und jede Linie wieder in zwölf Punkte.

Der geometrische Fuß, der übrigens von gleicher Länge mit dem Werkfuß ist, wird auf gleiche Weise, wie dieser, aber nur in zehn Theile eingetheilt.

Außer dem Fußmaaße hat man noch die Klafter, in einer Länge von 6 Fuß; beim geometrischen Maaße die Ruthe in der Länge von 10 Schuh.

Bezeichnet wird die Klafter mit °, der Fuß mit ′, der Zoll ″, die Linie ‴ und der Punkt mit ⁗.

Es heißt also z. B. 5° 4′ 3″ 2‴ 1⁗, soviel als 5 Klafter 4 Schuh 3 Zoll 2 Linien 1 Punkt.

Das in Frankreich eingeführte metrische Maaß beträgt 3′ 5¼″ bayerisch Maaß.

Ein Meter ist in 10 Theile eingetheilt und diese Theile heißen Decimeter (Zehntheile), ein Decimeter wieder in 10 Theile, Centimeter (Hunderttheile), ein Centimeter abermals in 10 Theile Millimeter (Tausendtheile).

Die Bezeichnung ist folgende:

3 Met. (Meter) 4 Dec. (Decimeter) 5 Cent. (Centimeter) 6 Mill. (Millimeter).

Bei Kreisen mißt man die Diameter oder Radien. Bei einzelnen Bögen dient der Kreis selbst wieder als Maaßstab, indem sein ganzer Umfang in 360 Theile eingetheilt wird, welche Grade genannt werden.

Ein jeder Grad wird wieder in 60 Theile, die man Minuten, und diese in 60 Theile, die man Sekunden nennt, eingetheilt.

Die Bezeichnung hiefür ist bei Graden °, bei Minuten ′ und bei Sekunden ″, z. B.

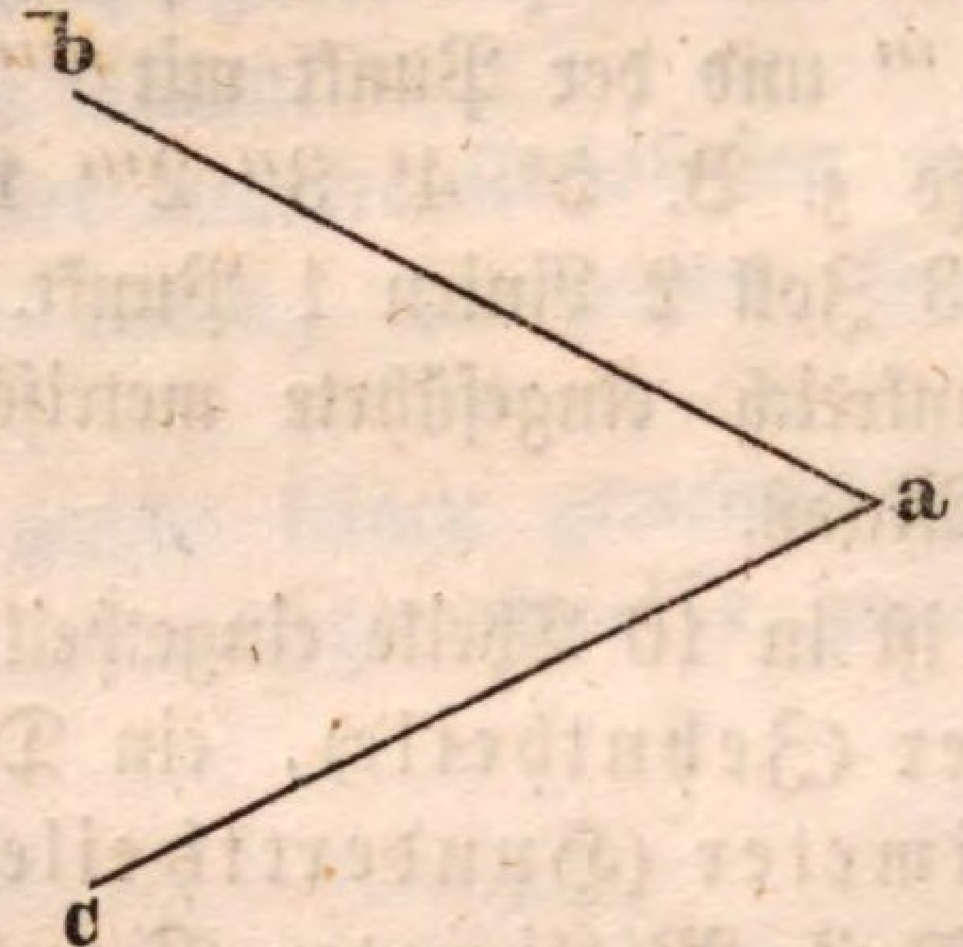
30° (Grade) 10′ (Minuten) 9″ (Sekunden).

Noch vorkommende Abkürzungszeichen sind z. B.

= das Zeichen der Gleichheit,
∽ " " " Aehnlichkeit,
∟ " " " Winkel,
△ " " " Dreiecke,
|| " " von Parallellinien
u. m. a.

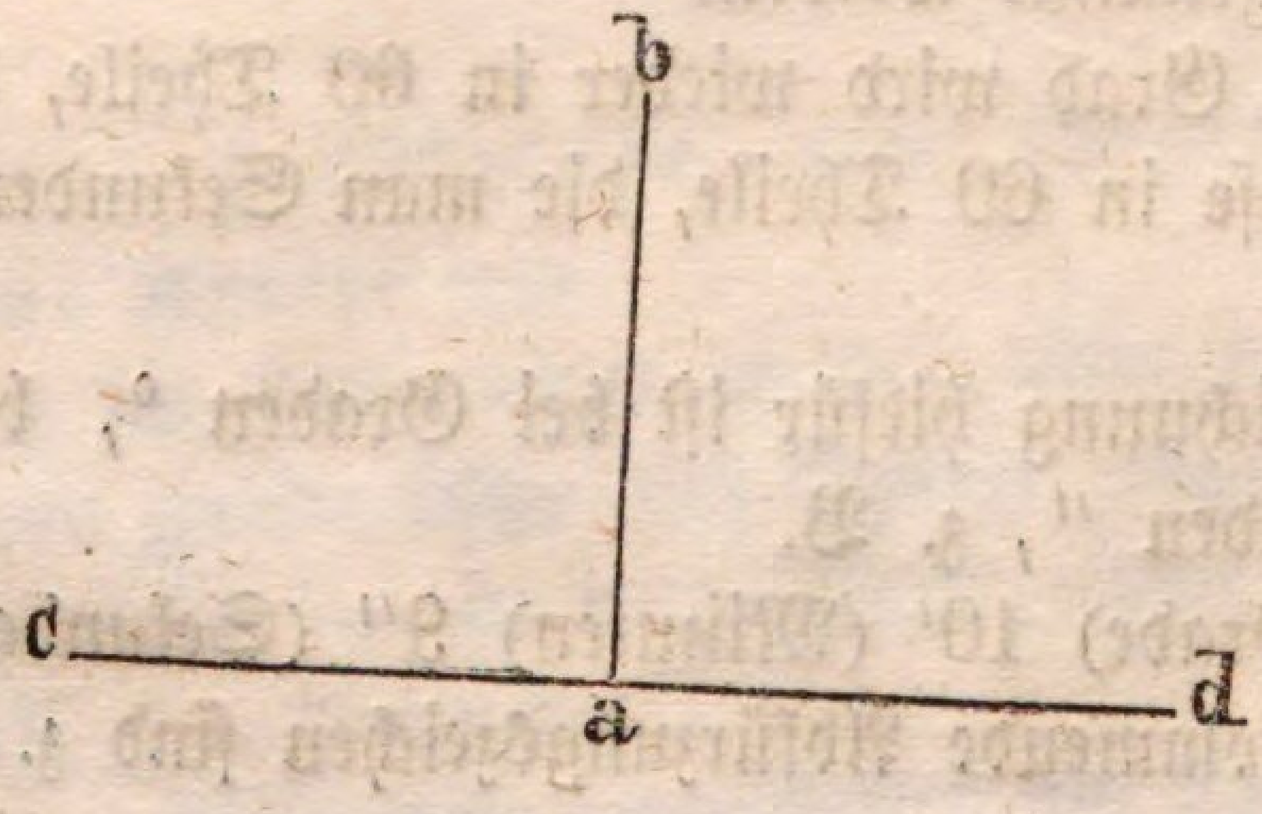
Von den Winkeln.

1) Wenn zwei gerade Linien nicht parallel sind, so schneiden sie sich, und man nennt die Neigung der Linien zu einander einen Winkel. Der Durchschnittspunkt a wird der Scheitel, die beiden Linien a b und a c die Schenkel des



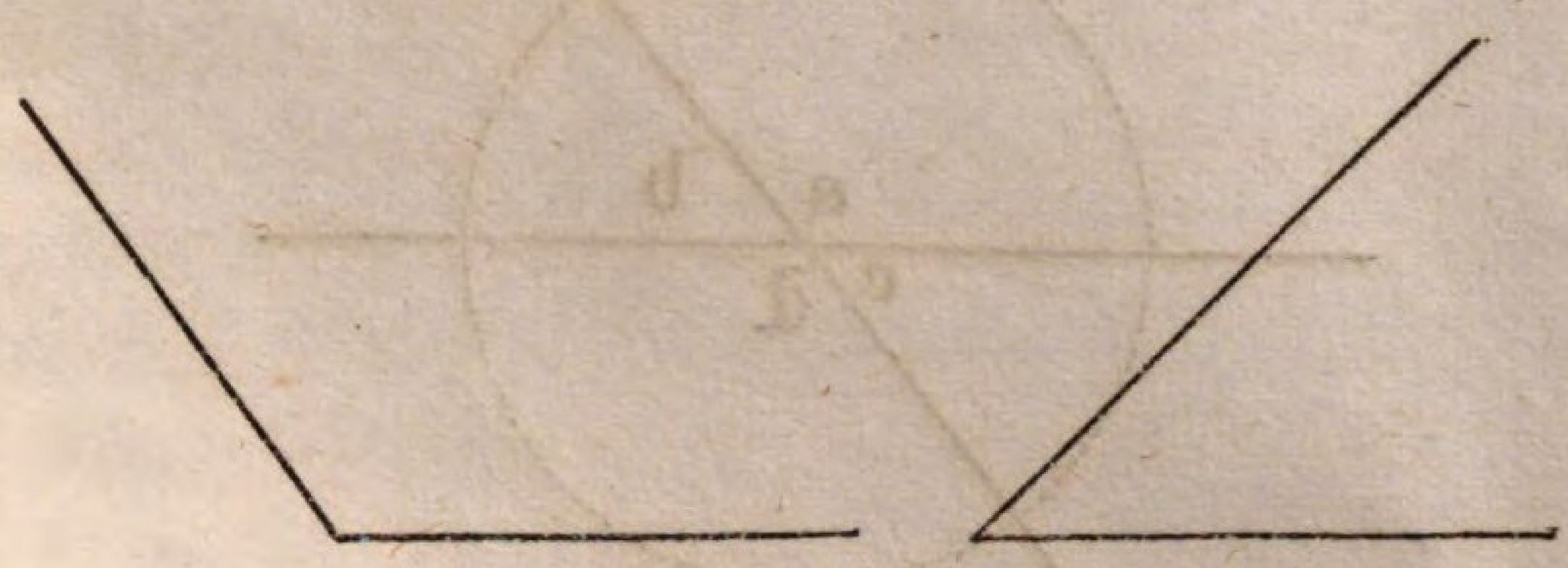
Winkels genannt. Die Größe eines Winkels wird nicht nach der Länge seiner Schenkel, sondern nach der geringeren oder bedeutenderen Entfernung derselben von einander bestimmt.

2) Winkel unterscheidet man rechte, spitze und stumpfe. Schneidet eine Gerade a b eine andere Gerade c d so,



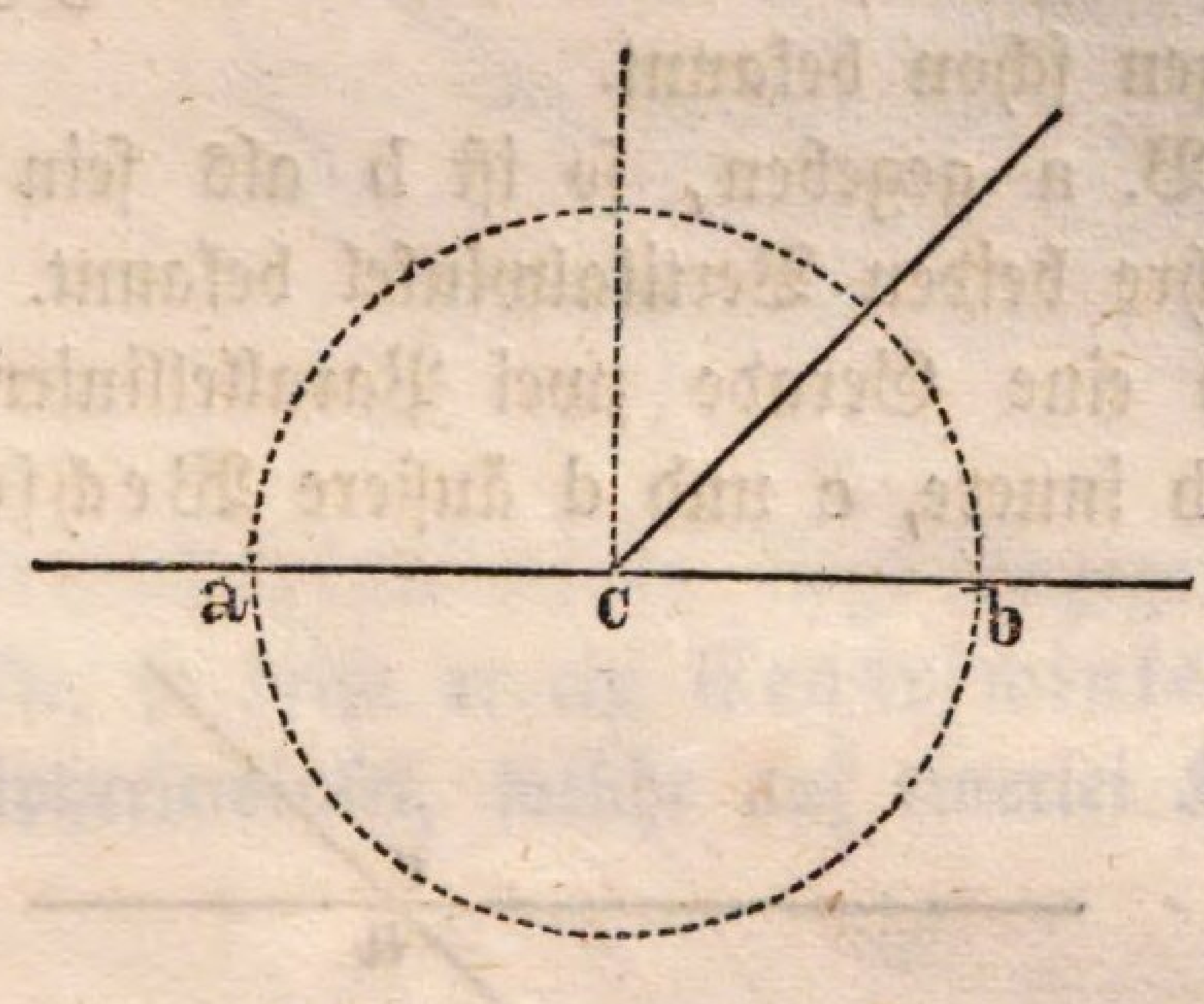
daß die aneinanderliegenden Winkel gleich groß sind, so heißt jeder dieser Winkel ein rechter, und man nennt die Linie a b einen Perpendikel auf c d.

Ist der Winkel größer als ein rechter, so nennt man ihn



einen stumpfen; ist er aber kleiner, so wird er ein spitziger Winkel genannt.

3) Haben zwei Winkel einen gemeinschaftlichen Schenkel a b, so nennt man die Winkel Nebenwinkel. Zieht man vom Scheitelpunkte c einen Kreis, so wird der Umkreis durch



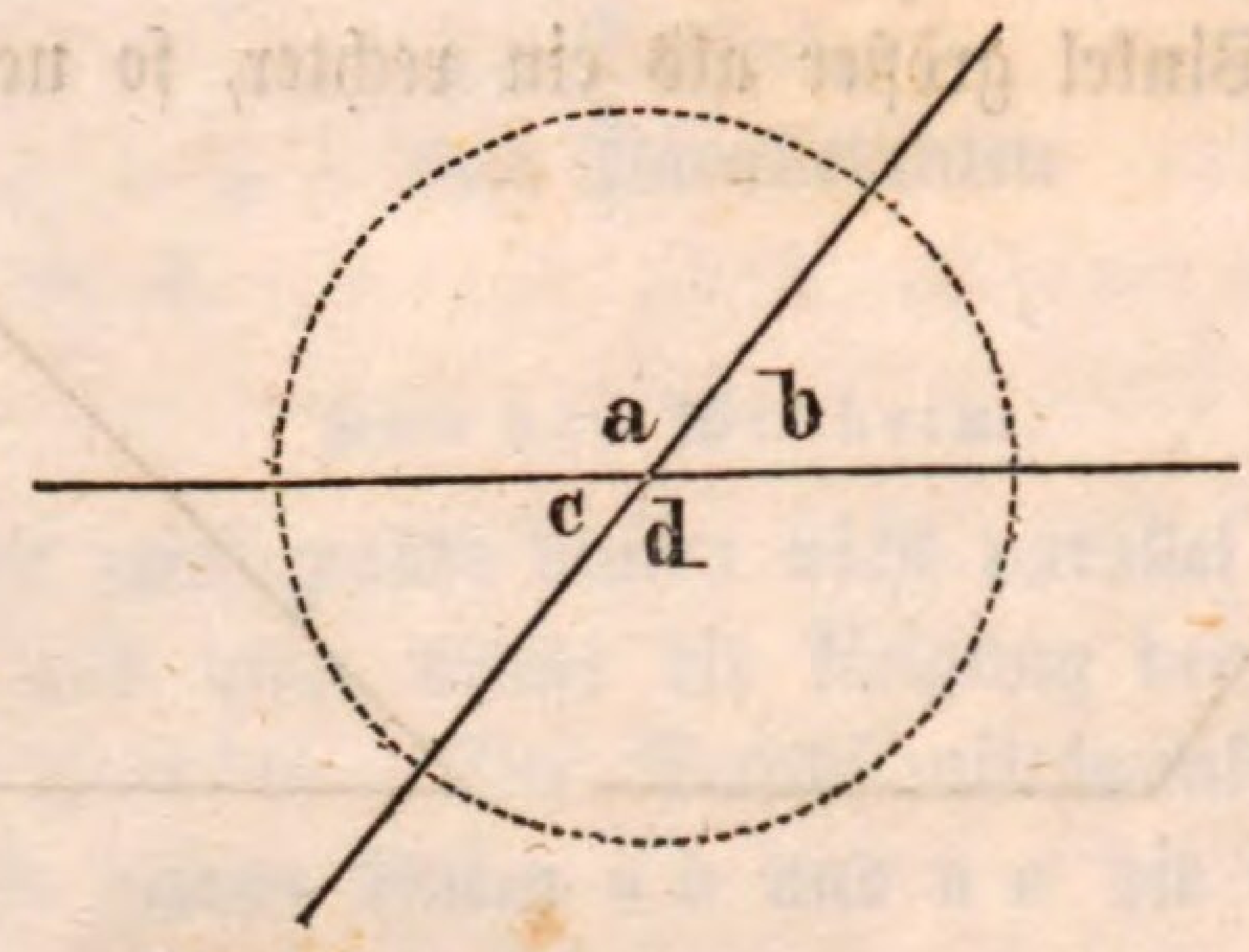
den gemeinschaftlichen Schenkel a b in zwei gleiche Halbkreise abgetheilt, von denen jeder 180° hat, woraus sich ergibt, daß Nebenwinkel zusammen 180° haben.

Sind die Nebenwinkel zwei rechte, so hat jeder die Hälfte von 180°, d. h. 90°.

Ist von den beiden Nebenwinkeln der eine bekannt, so ist es auch der andere, denn er ist der Rest von 180°.

4) Verlängert man die beiden Schenkel eines Winkels,

so entstehen vier Winkel, welche gemeinsam den Scheitel a haben, und Scheitel- oder **Vertikalwinkel** genannt werden.



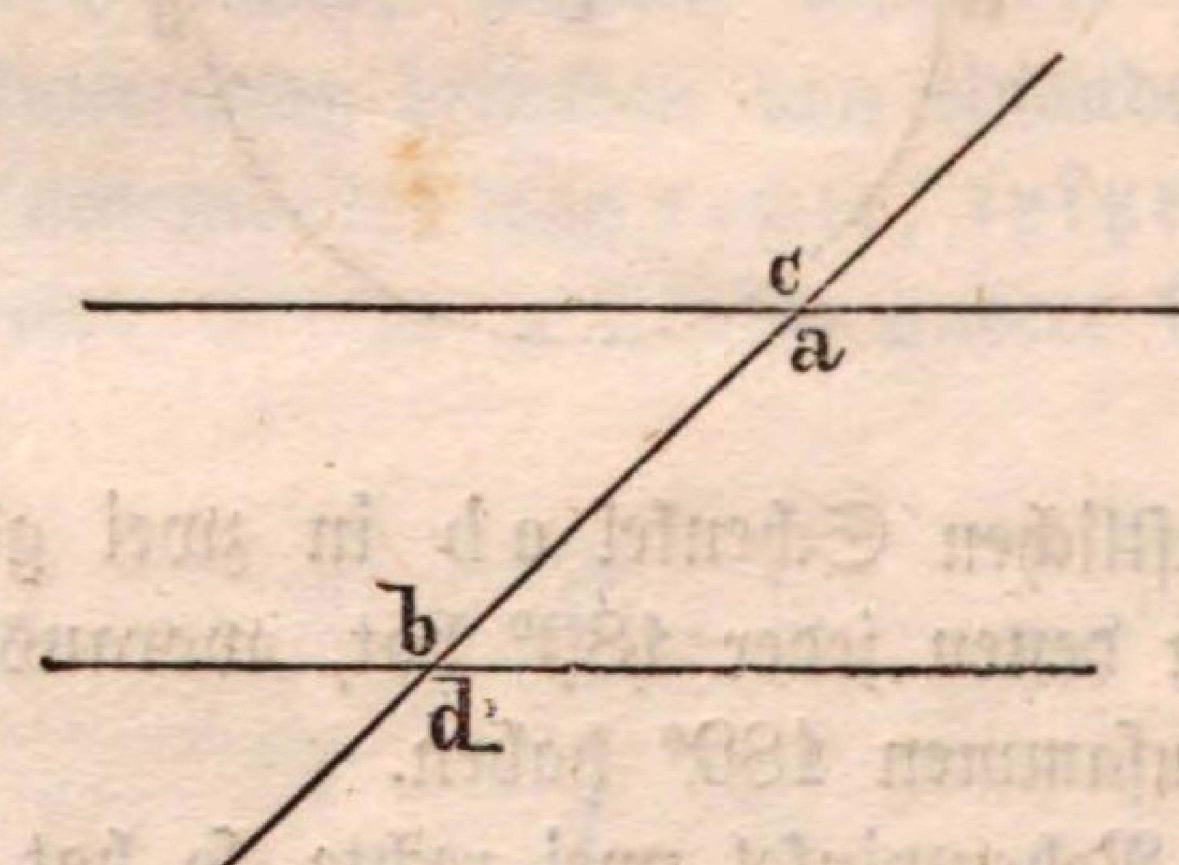
Vertikalwinkel haben einen ganzen Kreis zum Maaße, und halten zusammen, wie überhaupt alle Winkel, welche einen gemeinsamen Scheitel haben, 360°

Bei Scheitelwinkeln sind stets die einander gegenüberstehenden Winkel von gleicher Größe.

Ist von den Vertikalwinkeln nur **einer** gegeben, so sind auch alle übrigen schon bekannt.

Wäre z. B. a gegeben, so ist b als sein Nebenwinkel, und d c als ihre beiden Vertikalwinkel bekannt.

5) Wenn eine Gerade zwei Parallellinien schneidet, so heißen a und b innere, c und d äußere **Wechselwinkel.**



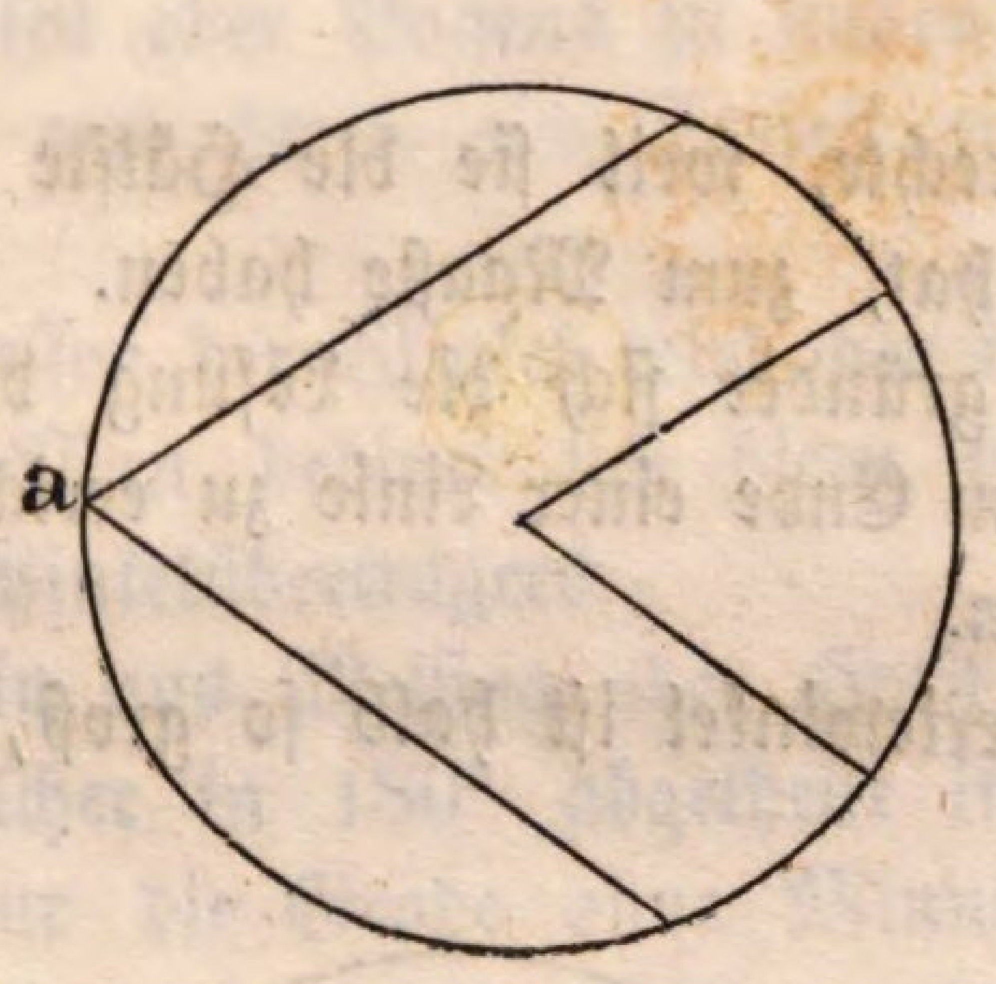
Die inneren Wechselwinkel a und b sind einander gleich; die äußeren Wechselwinkel sind gleichfalls unter sich gleich; a = b und c = d.

Da die Parallellinien mit der durchschneidenden Linie die nämliche Lage beibehalten, sie mögen weit oder nahe beisammen stehen, so kann man sich dieselben so zusammen gerückt denken, daß sich sowohl die Linien, als Winkel decken.

Es ist also a = b, weil sie beim Aufeinanderlegen Vertikalwinkel bilden.

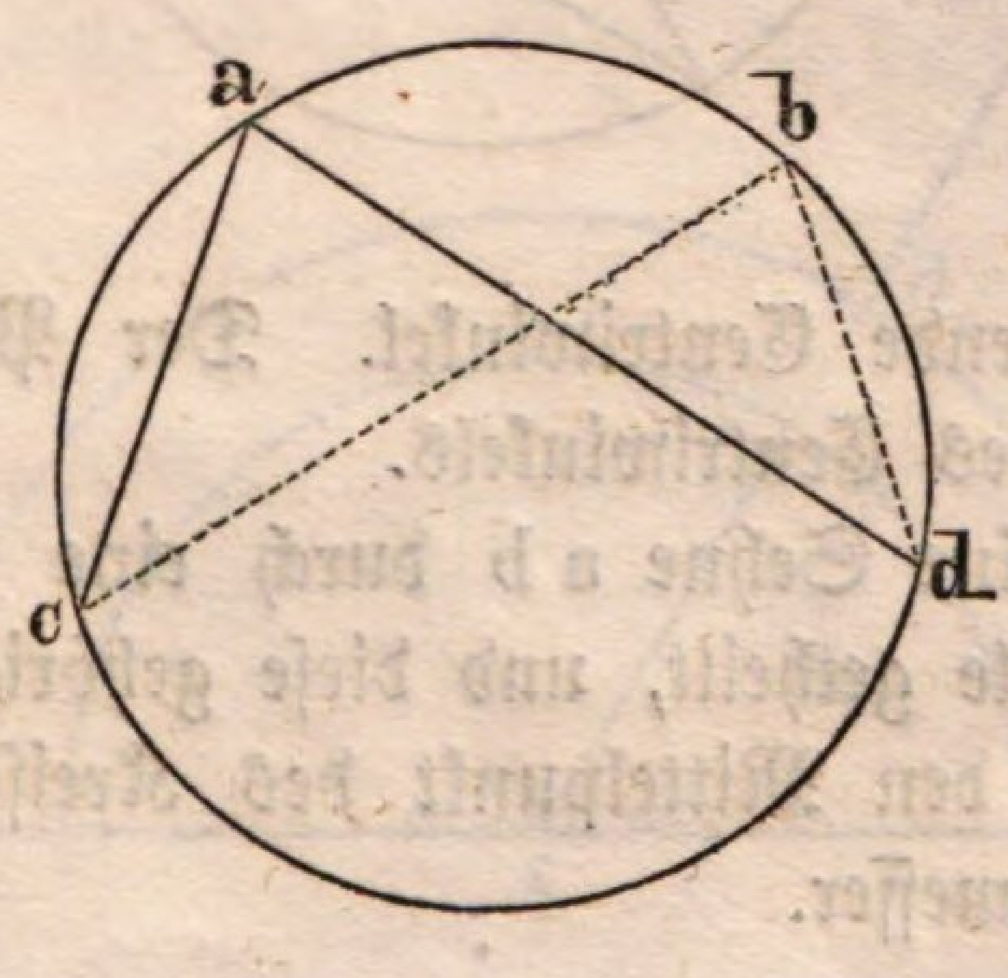
Hierauf gründet sich auch die Lösung der Aufgabe, mit einer gegebenen Geraden durch einen Punkt eine Parallele zu ziehen (Blatt I. Fig. 7.).

6) Wird ein Winkel in einen Kreis gezeichnet, dessen Scheitel a in der Peripherie desselben liegt, so heißt dieser



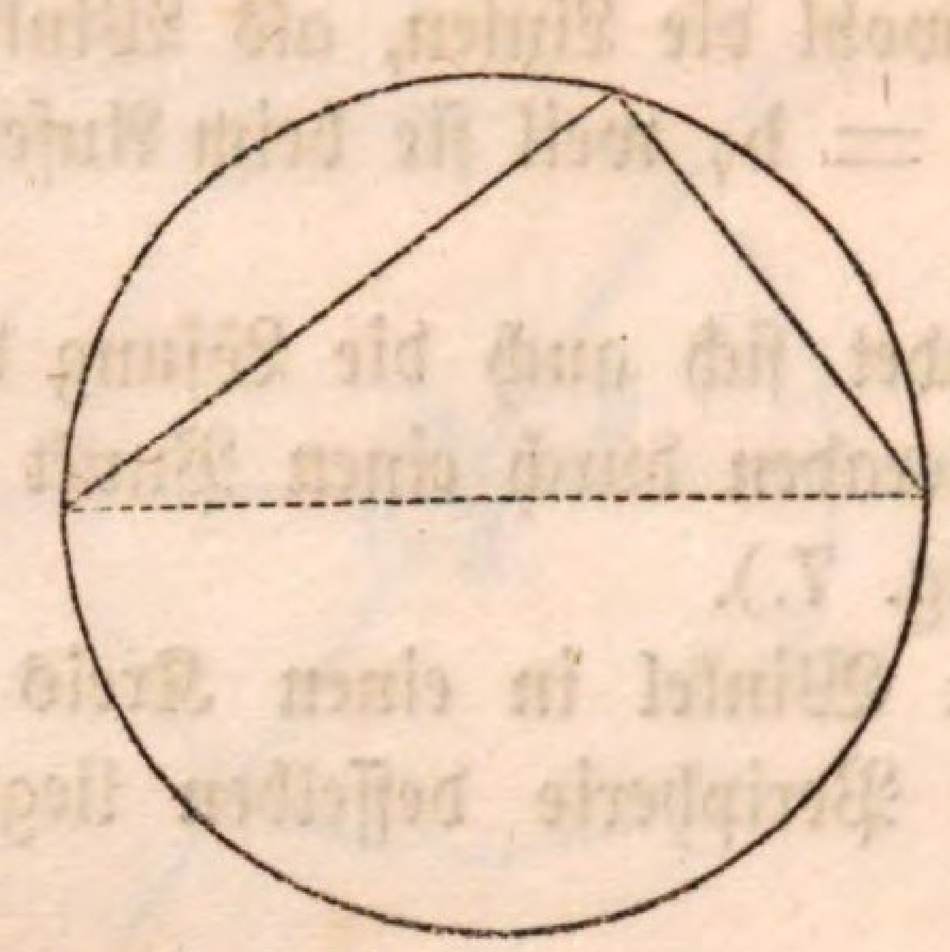
Winkel ein Peripheriewinkel; liegt hingegen der Scheitel im Mittelpunkte, so heißt er ein Centriwinkel.

Alle Peripheriewinkel, welche auf einerlei Kreisbögen ste-



hen, sind gleich groß. Es ist also der Winkel a = b, weil beide den Bogen c d zum Maaße haben.

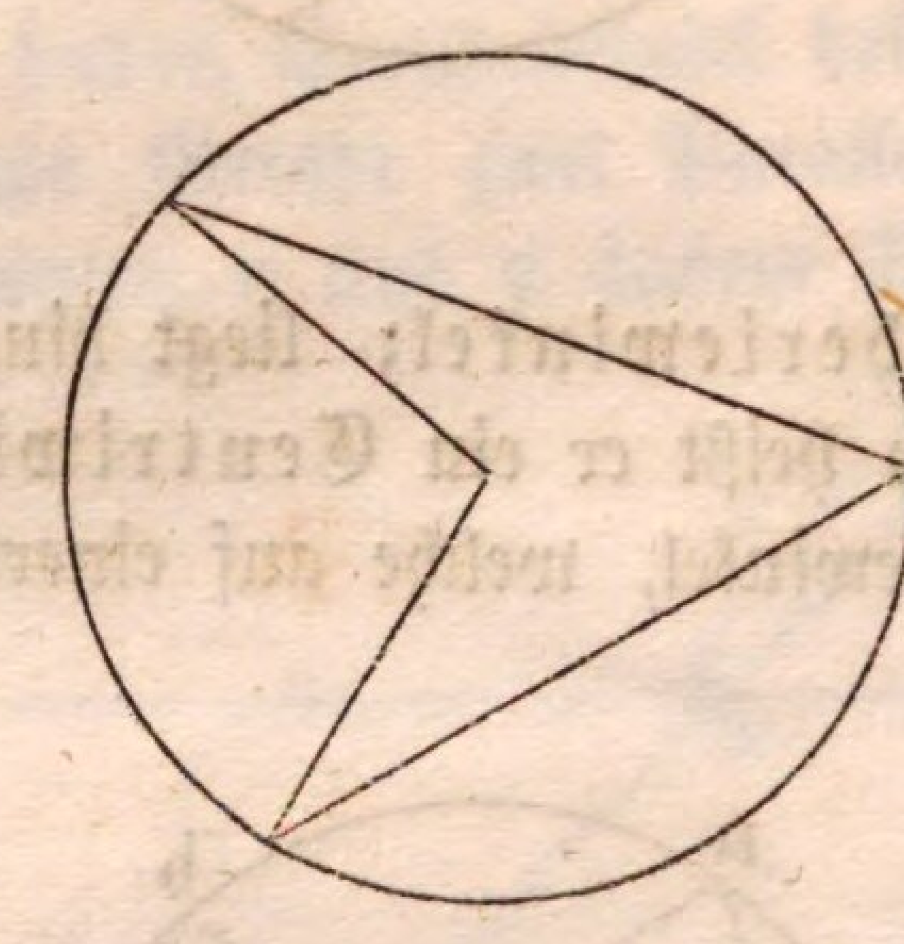
Stehen die Peripheriewinkel auf dem Durchmesser, so



sind sie lauter rechte, weil sie die Hälfte des halben Kreisbogens, der 90° hat, zum Maaße haben.

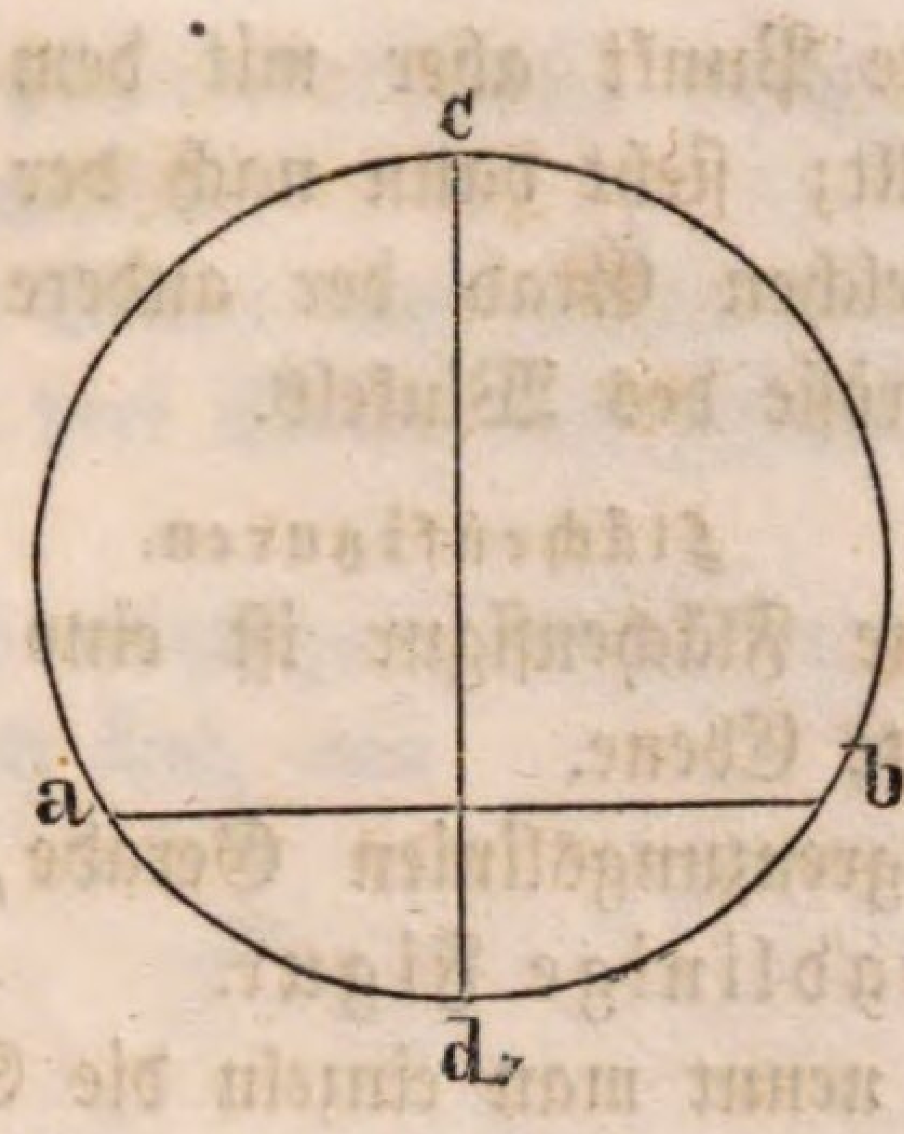
Auf dieses gründet sich die Lösung der Aufgabe, einen rechten Winkel am Ende einer Linie zu errichten und ein Winkelmaaß zu prüfen.

Der Peripheriewinkel ist halb so groß, als der auf glei-



chem Bogen stehende Centriwinkel. Der Peripheriewinkel ist also die Hälfte des Centriwinkels.

7) Wenn eine Sehne a b durch eine Senkrechte c d in zwei gleiche Theile getheilt, und diese gehörig verlängert wird, so geht sie durch den Mittelpunkt des Kreises, und wird dadurch zum Durchmesser.

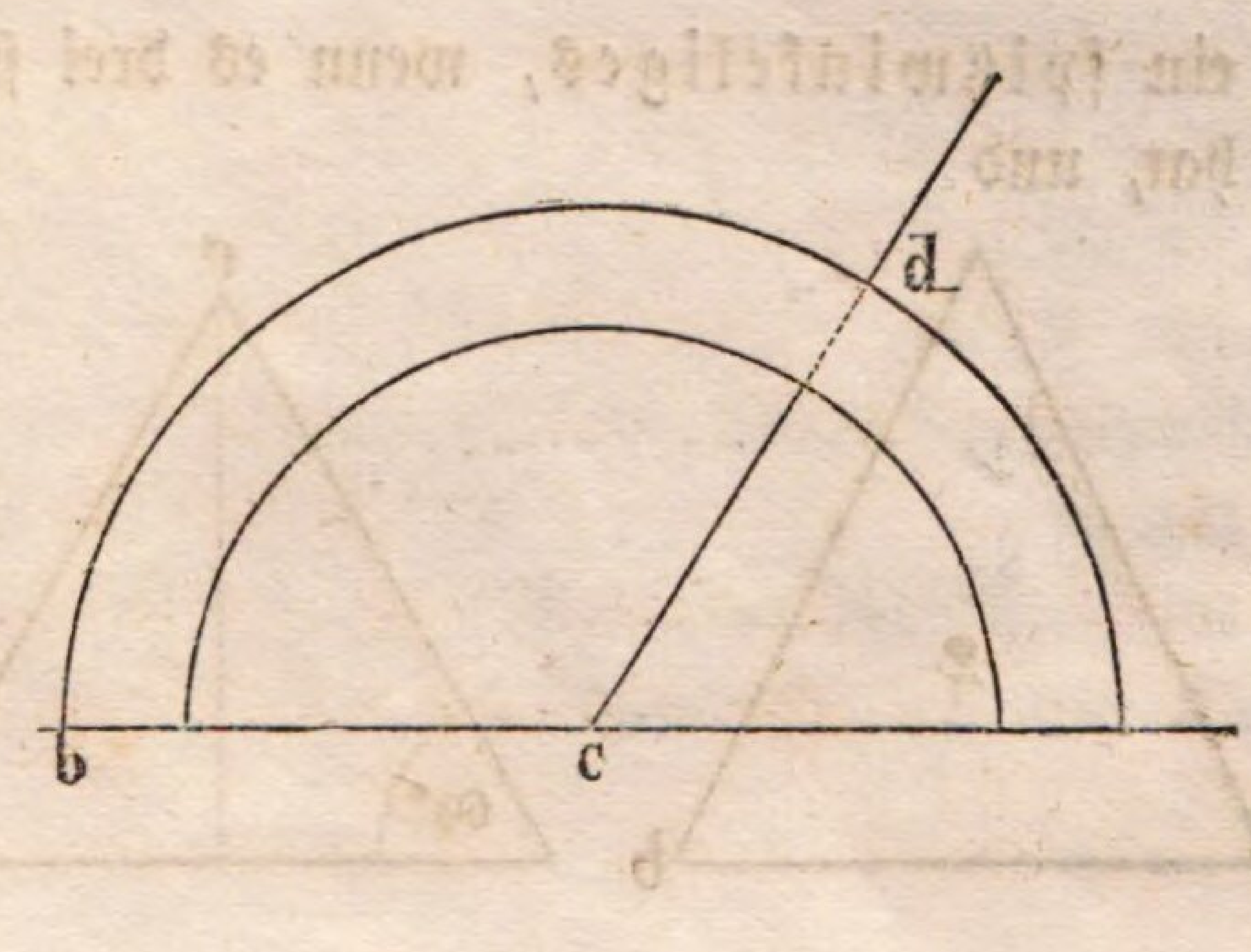


Hierauf beruht die Lösung der Aufgaben, den Mittelpunkt eines Kreises oder Bogens zu finden, ferner durch drei gegebene Punkte und durch ein Dreieck einen Kreis zu beschreiben.

8) Zum Messen der Winkel wird der in 360° abgetheilte Kreis benützt. Man bedient sich hiezu des Transporteurs, Winkelmessers, Winkelübertragers.

Dieser ist ein aus Messing oder Horn bestehender halber Kreisbogen, welcher in 180° abgetheilt ist. Da gewöhnlich auf demselben nur die Grade ohne Minuten angezeigt sind, so kann er auch nur in solchen Fällen gebraucht werden, wo keine größere Genauigkeit erfordert wird.

Soll ein Winkel mit dem Transporteur gemessen werden, so legt man denselben an einen der Schenkel c b so an, daß seine gerade Seite diesen Schenkel deckt, der in der Mitte die-



ser Seite gezeichnete Punkt aber mit dem Scheitel des Winkels c zusammenfällt; sieht dann nach der äußeren Kante des Bogens, durch welchen Grad der andere Schenkel c d geht, so hat man die Größe des Winkels.

Flächenfiguren.

1) Eine ebene Flächenfigur ist eine nach allen Seiten von Linien begrenzte Ebene.

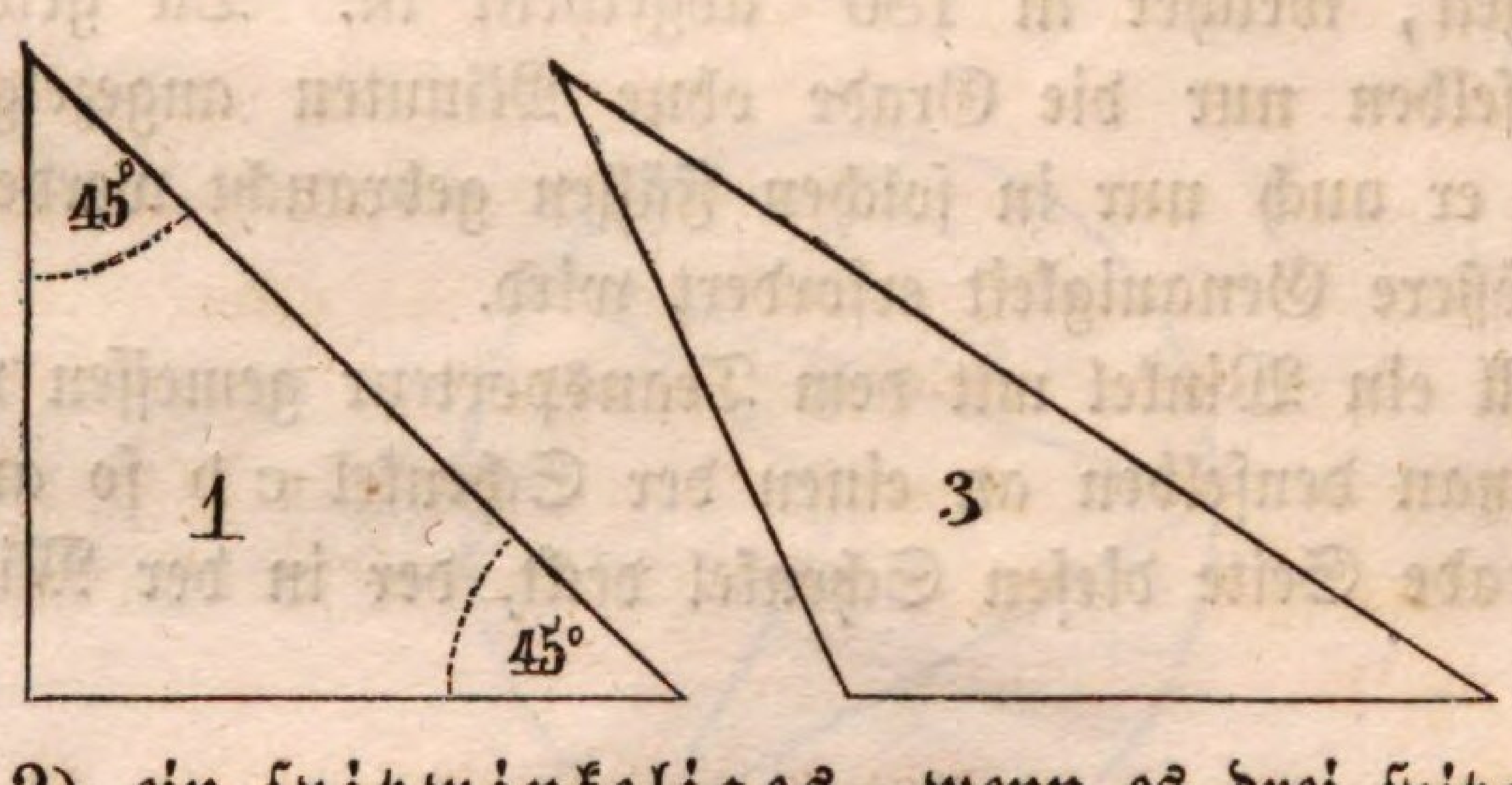
Sind die Begrenzungslinien Gerade, so heißt der begrenzte Raum geradlinige Figur.

Diese Linien nennt man einzeln die Seiten, alle zusammen aber den Umfang (Perimeter) der Figur. Nach der Anzahl der Seiten und der durch sie gebildeten Winkel unterscheidet man Dreiecke, Vierecke und Vielecke (Polygone), welche mehr als vier Seiten haben.

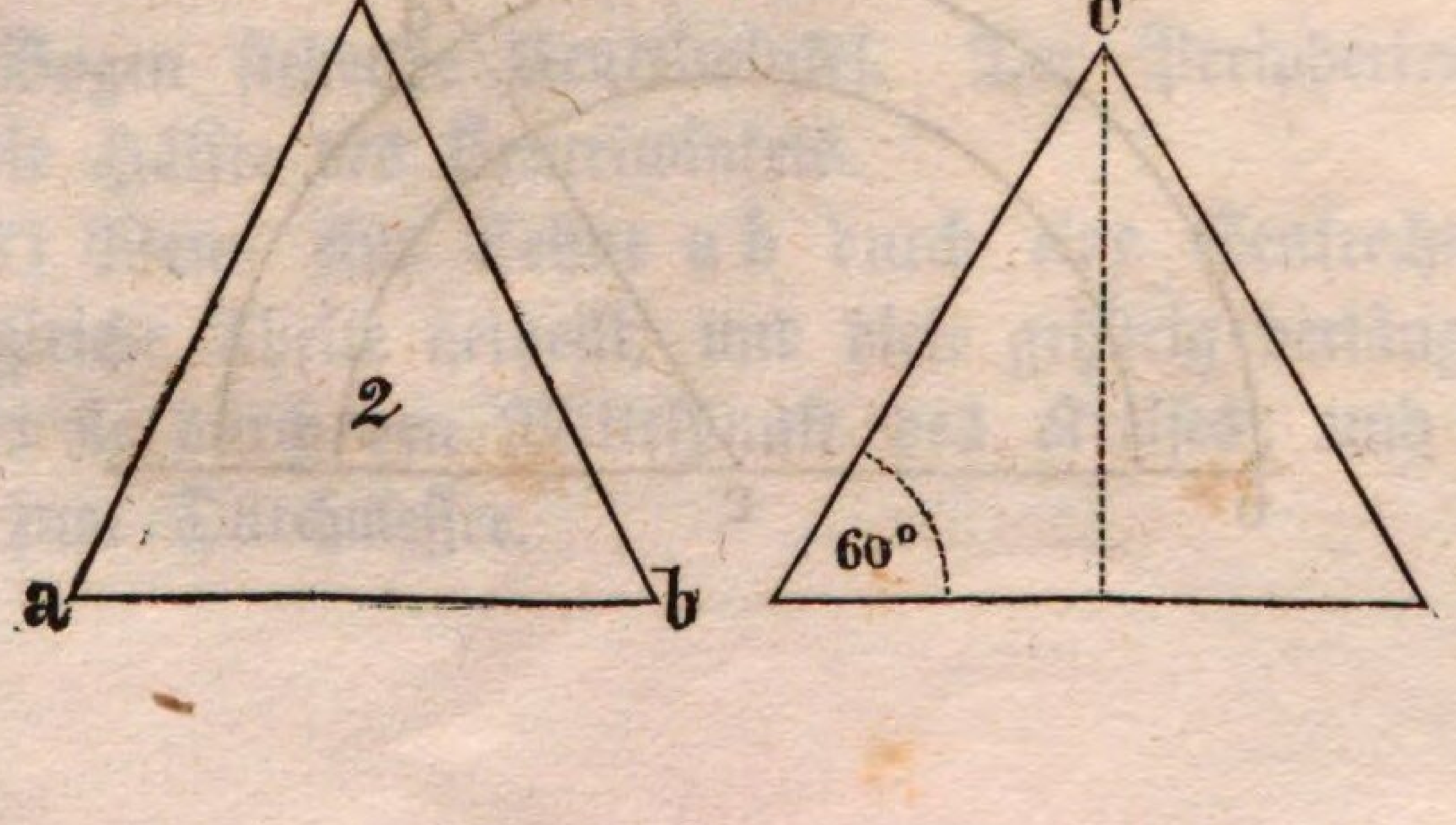
2) Die Dreiecke unterscheidet man rücksichtlich ihrer Winkel und ihrer Seiten.

In Rücksicht der Winkel ist

1) ein Dreieck, ein rechtwinkeliges, wenn es einen rechten Winkel enthält;



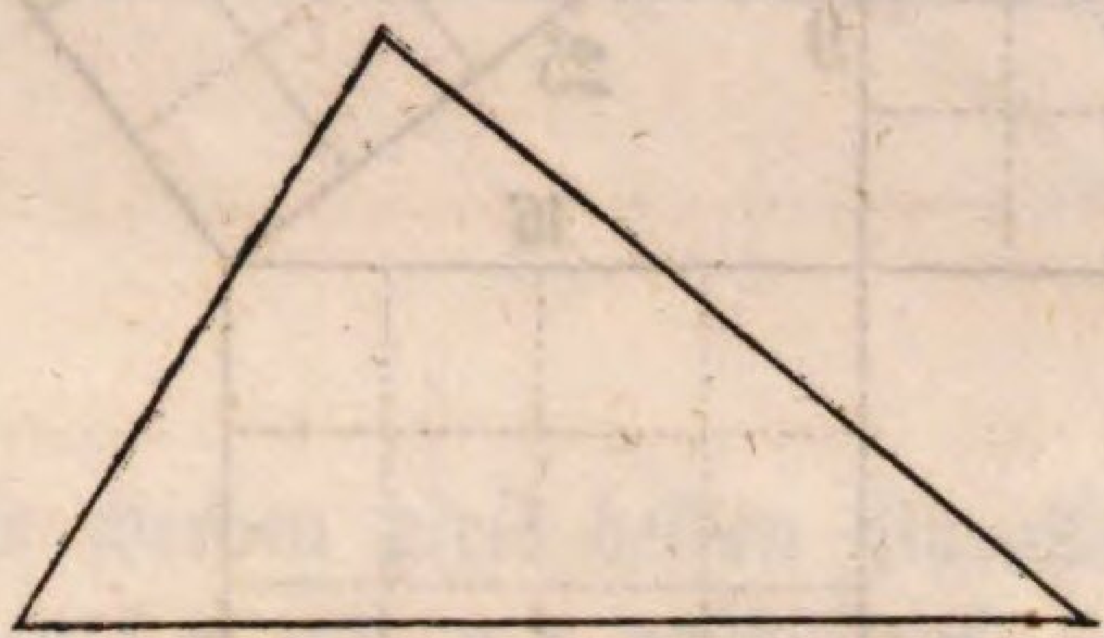
2) ein spitzwinkeliges, wenn es drei spitze Winkel hat, und



3) ein stumpfwinkeliges, wenn es einen stumpfen Winkel enthält.

In Hinsicht der Seiten kann ein Dreieck ein gleichseitiges sein, wenn alle drei Seiten von gleicher Länge unter sich sind;

ein gleichschenkeliges, wenn nur zwei Seiten einander gleich sind, und



ein ungleichseitiges, wenn alle drei Seiten ungleich sind.

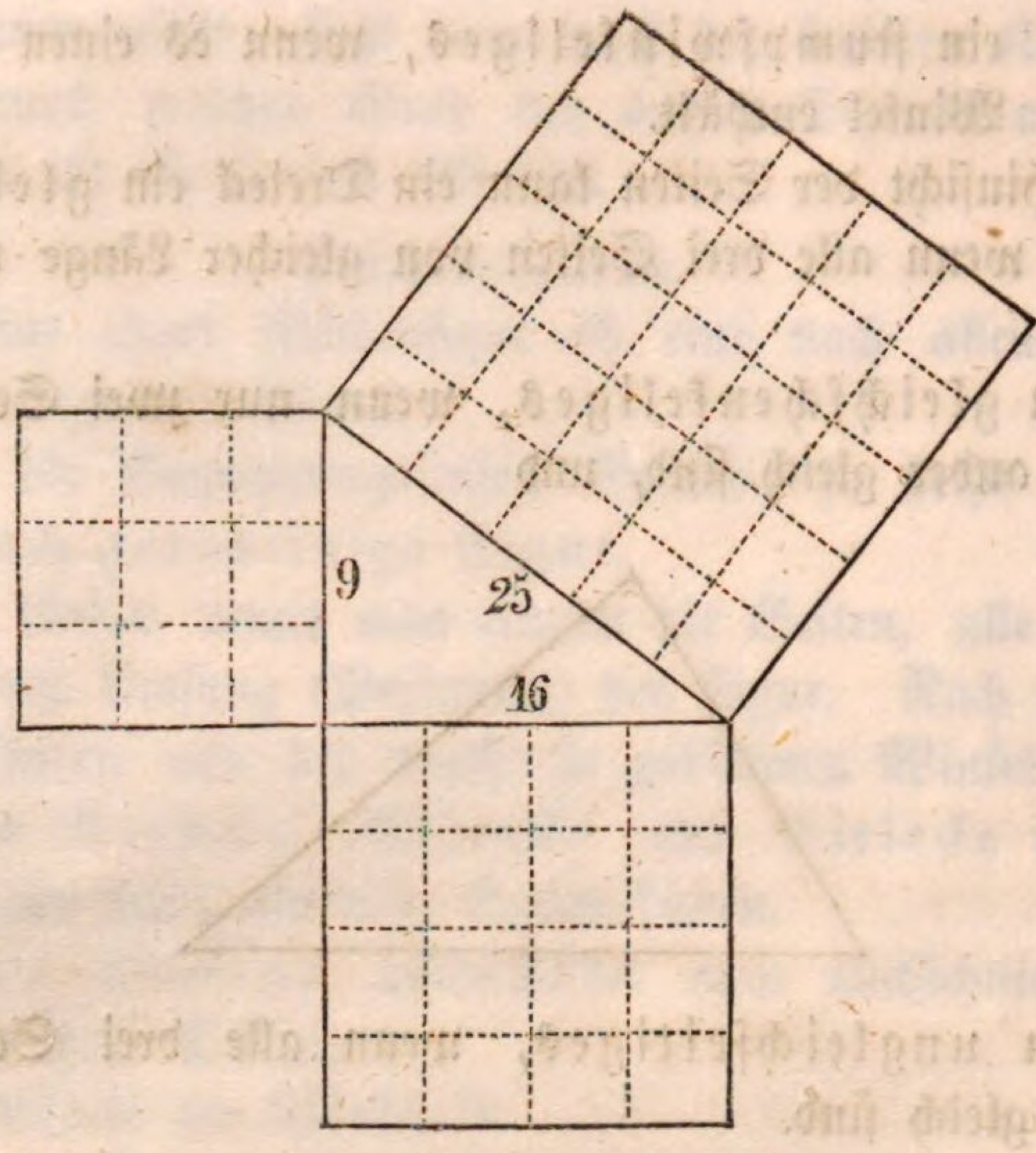
Die unterste Linie, auf welcher eine geradlinige Figur steht, heißt Grundlinie (Basis).

Höhe heißt die von dem obersten Punkte c einer Figur auf die Grundlinie gefällte senkrechte Linie.

3) Beim rechtwinkeligen Dreiecke werden die den rechten Winkel bildenden zwei Seiten die Lothlinien, oder Katheten genannt, weil sie, eine gegen die andere, lothrecht stehen; die dritte heißt Hypothenuse.

Trägt man auf eine Lothlinie drei beliebig gleiche Theile, auf die andere vier, so wird die Hypothenuse fünf solche Theile enthalten.

Beschreibt man auf allen drei Linien Quadrate, und theilt dieselben wieder nach besagter Eintheilung in Quadrate, so enthält das Quadrat der Hypothenuse 25 Quadrate, die eine Lothlinie 9 und die andere 16, welche wieder zusammen 25 Quadrate geben; hierauf gründet sich der pythagoräische Lehrsatz (von seinem Erfinder Pythagoras so genannt), nämlich, daß in jedem rechtwinkeligen Dreiecke das Quadrat der Hypothenuse gleich ist den Quadraten der beiden Katheten zusammen.



Will man also drei Linien in einen rechten Winkel zusammenlegen, so darf man nur auf einer dieser 3 beliebige gleiche Theile, auf der andern 4, und auf der dritten 5 solche Theile auftragen und die Endpunkte dieser Linien zusammenlegen; so wird der längsten Seite gegenüber ein rechter Winkel entstehen.

Beim Zusammenlegen großer Balken bedient man sich dieses Verfahrens durchgehend, indem man auf einem derselben 12, auf dem andern 16 und auf einer Latte 20 Schuh aufträgt und die Balken so lange hin- und herreibt, bis die Endpunkte mit der Latte genau zusammentreffen; dieses Verfahren wird das Riebmaaß genannt.

4) Jedes Dreieck ist vollkommen bestimmt, wenn

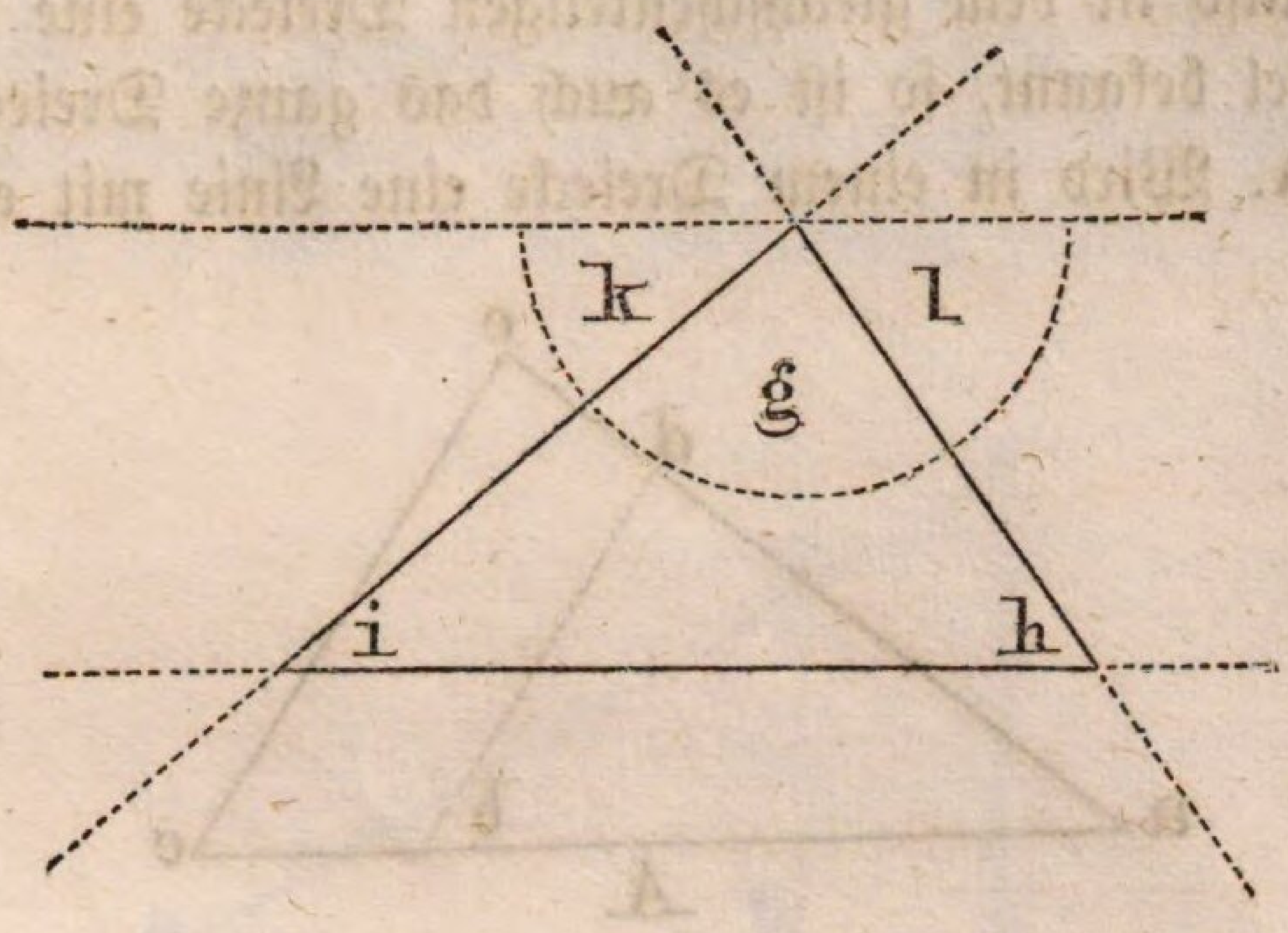
1) die drei Seiten,

2) zwei Seiten und ein Winkel und

3) eine Seite und zwei Winkel

gegeben sind.

Die drei Winkel in einem Dreiecke halten zusammen 180°; denn verlängert man alle drei Seiten des Dreiecks und zieht durch den Scheitel des obersten Winkels eine Parallellinie mit



der Grundlinie, so werden diese beiden Parallellinien von den verlängerten Seiten i g und g h geschnitten, und es entstehen bei h, l und i, k Wechselwinkel, welche einander gleich sind.

Man kann also anstatt i den Winkel k, und anstatt h den Winkel l setzen.

Da sich nun aus der Spitze g ein halber Kreisbogen um alle drei Winkel beschreiben läßt, so ergibt sich, daß die drei Winkel k, g l = g i h zusammen 180° ausmachen.

Beim gleichseitigen Dreiecke hält jeder Winkel 60°; denn 3mal 60 = 180°.

In einem Dreiecke können niemals zwei rechte, oder zwei stumpfe Winkel sein, weil diese schon 180° oder darüber ausmachen, und also für den dritten Winkel nichts mehr übrig bliebe.

Ist das rechtwinklige Dreieck zugleich auch gleichschenklig, so hat jeder der übrigen zwei Winkel 45°, d. i. die Hälfte des rechten Winkels, weil 90° und 2mal 45° = 180°.

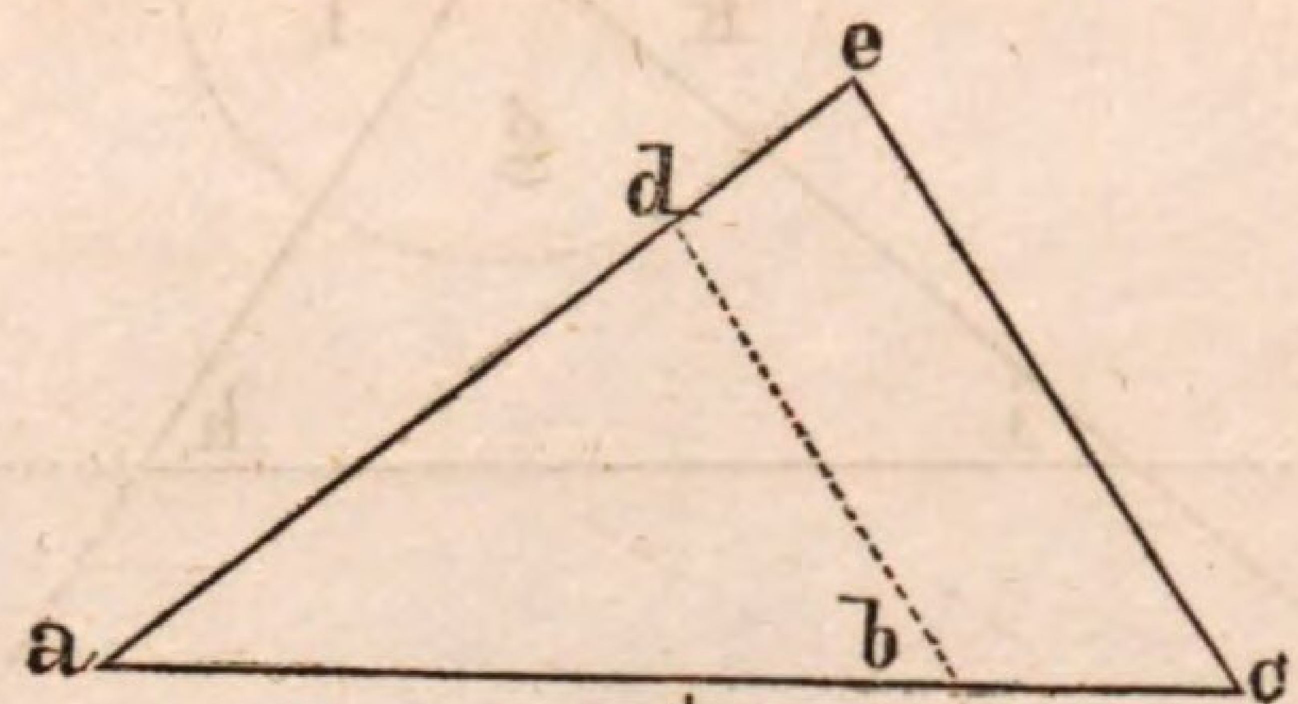
In dem gleichschenkeligen Dreiecke sind alle drei Winkel bekannt, wenn einer bekannt ist.

Denn ist es der an der Spitze, so sind die beiden an der Grundlinie a b der Rest von 180°.

Ist einer an der Grundlinie gegeben, so nimmt man ihn doppelt und zieht beide von 180° ab, wodurch man den Winkel an der Spitze erhält.

Ist also in dem gleichschenkeligen Dreiecke eine Seite und ein Winkel bekannt, so ist es auch das ganze Dreieck.

5) A. Wird in einem Dreiecke eine Linie mit einer Seite



A

parallel gezogen, so sind sowohl die Abschnitte unter sich, als mit den ganzen und abgeschnittenen Seiten im Verhältnisse.

Da die Winkel bei d und b wegen der Parallelen die nämlichen bleiben, wie bei c und e, so entstehen durch den Parallelschnitt zwei ähnliche Dreiecke, wo die gleichnamigen Seiten mit einander im Verhältnisse stehen.

Es ist also: a b : a c = a d : a e und

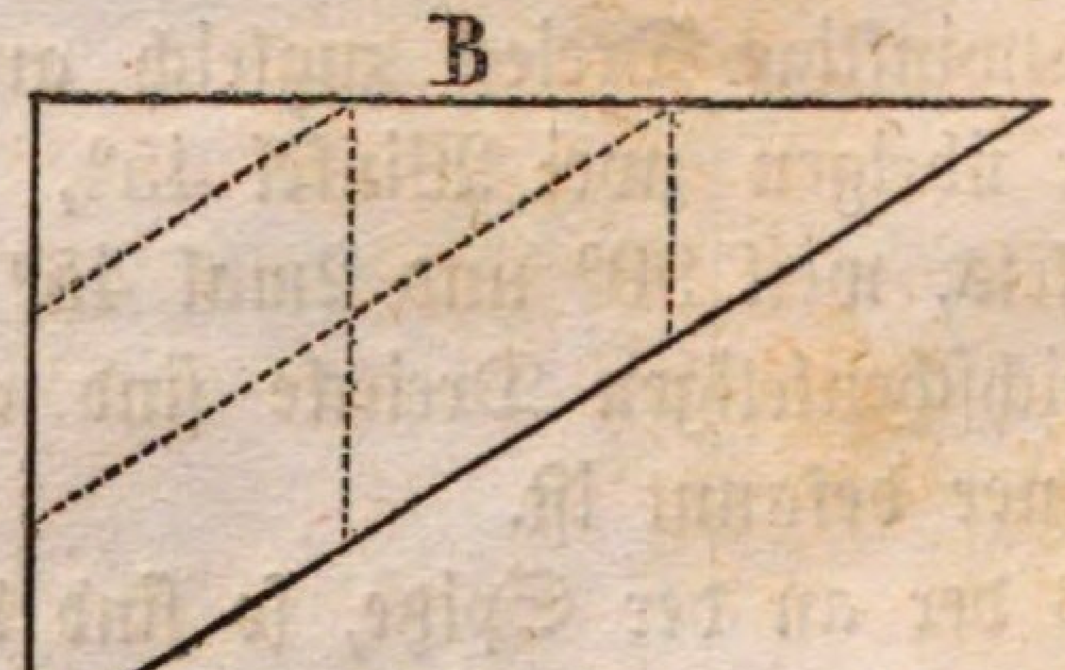
a b : a c = b d : c e.

Wird b d nach a parallel fortgerückt, so wächst d e im Verhältnisse um eben so viel, als b c, und a b wird im Verhältnisse um eben so viel kürzer als a d.

Es ist also: a b : b c = a d : d e.

B. Theilt man in einem Dreiecke was immer für eine Linie in gleiche Theile, und zieht von derselben Parallellinien

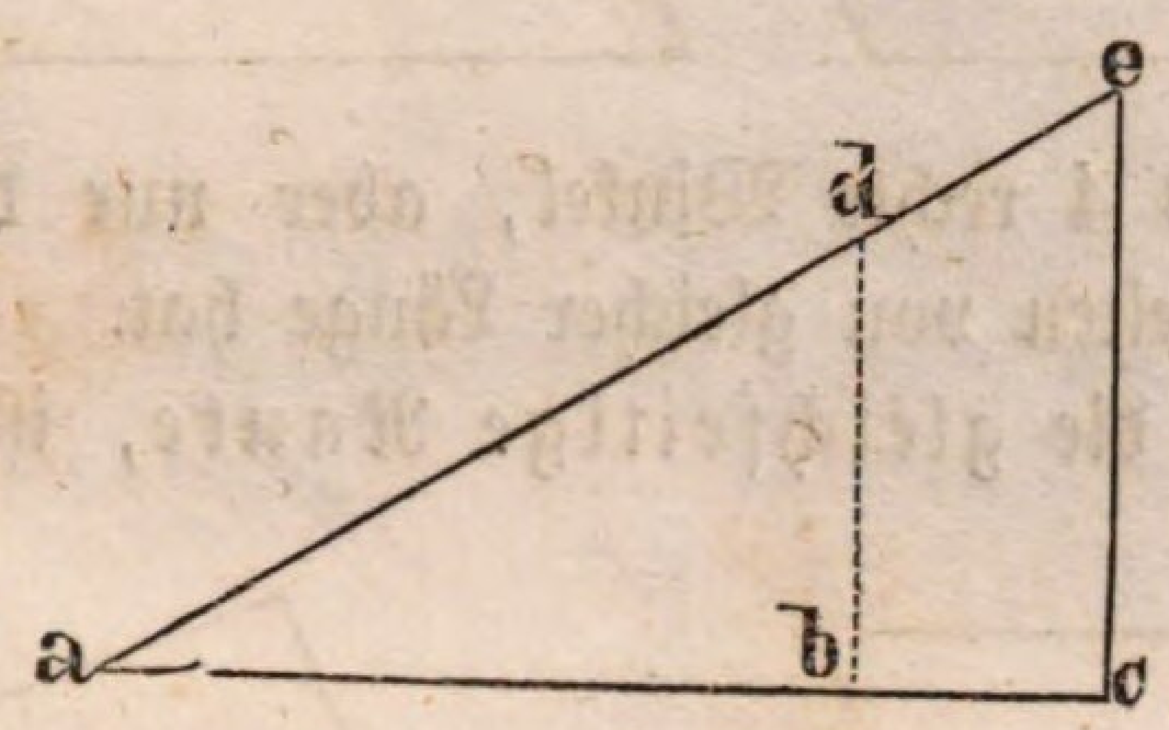
B



zur gegenüberstehenden Seite, so wird auch diese in eben so viele gleiche Theile getheilt.

Auf dieses gründet sich die Lösung der Aufgaben: eine Linie in gleiche und ungleiche Theile zu theilen.

C. Weil die Linie b d mit den andern drei Linien des Dreieckes a b, a e und e c im Verhältnisse steht, so wird sie



C

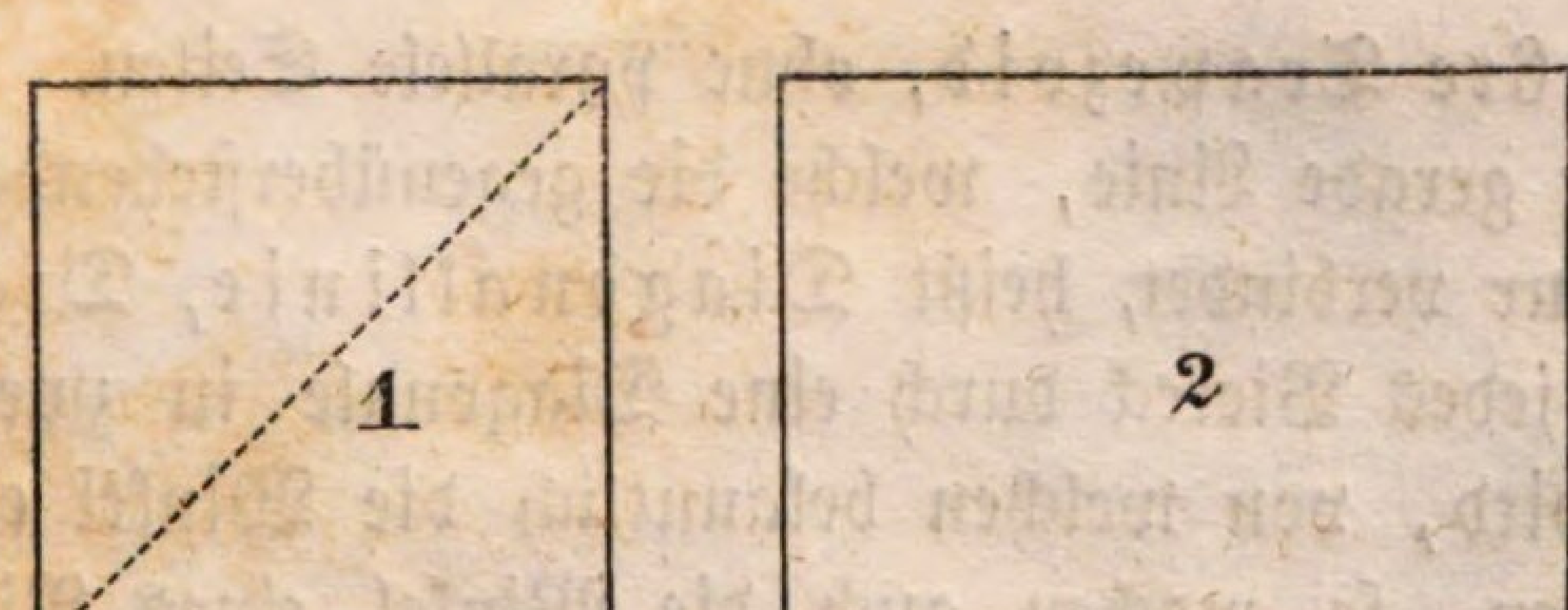
die vierte Proportionallinie genannt, und ist eben so oft in c e enthalten, als a b in a c.

Theilt man a c in gleiche Theile, und zieht mit e c Parallellinien, so ist jede dieser Parallelen eben so oft in c e enthalten, als der dadurch von a c abgeschnittene Theil in der Linie a c.

Hierauf beruht der Grund zu der Eintheilung der verjüngten Maaßstäbe in ihre kleineren Theile, in Zolle und Linien, sowie der Aufgabe: auf eine gegebene Grundlinie ein Parallelogramm zu ziehen, welches einem gegebenen ähnlich ist.

6) Vierecke gibt es sechserlei:

Das 1te derselben heißt Quadrat, und hat 4 gleiche



Seiten und 4 rechte Winkel.

Das 2te ist das Rechteck, oder länglichte Viereck,


3 4

welches ebenfalls 4 rechte Winkel, aber nur die zwei gegenüberstehenden Seiten von gleicher Länge hat.

Das 3te, die gleichseitige Raute, ist ein verschobe-


5 6

nes Quadrat, und hat 4 gleiche Seiten, aber nur die gegenüberstehenden Winkel einander gleich.

Das 4te, die länglichte Raute, ist ein verschobenes Rechteck, und hat sowohl die gegenüberstehenden Seiten, als Winkel einander gleich.

Diese vier Arten von Vierecken werden Parallelogramme genannt, weil die gegenüberstehenden Seiten mit einander parallel laufen.

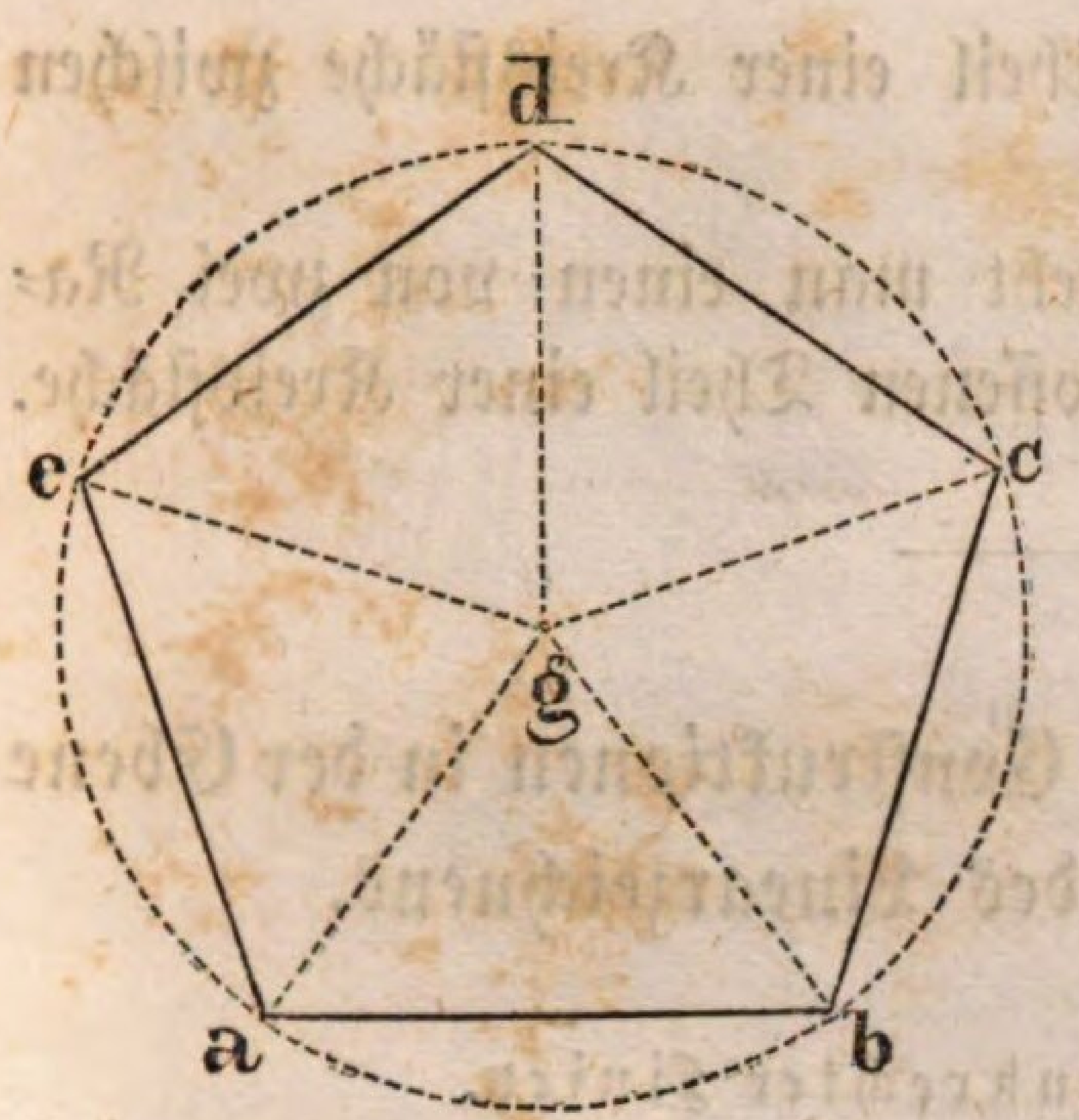
Das 5te heißt Trapez, mit nur zwei parallelen Seiten, und

das 6te Trapezoid, ohne parallele Seiten.

Jede gerade Linie, welche die gegenüberstehenden Winkel einer Figur verbindet, heißt Diagonallinie, Diagonale.

Da jedes Viereck durch eine Diagonale in zwei Dreiecke getheilt wird, von welchen bekanntlich die Winkel eines jeden 180° haben, so machen auch die Winkel eines Vierecks das Doppelte von 180°, also 360°.

7) Vielecke oder Polygone gibt es regelmäßige und unregelmäßige. Zu den ersteren rechnet man diejenigen, bei



welchen alle Seiten und Winkel unter sich gleich sind; zu den letztern, welche ungleiche Seiten und Winkel haben.

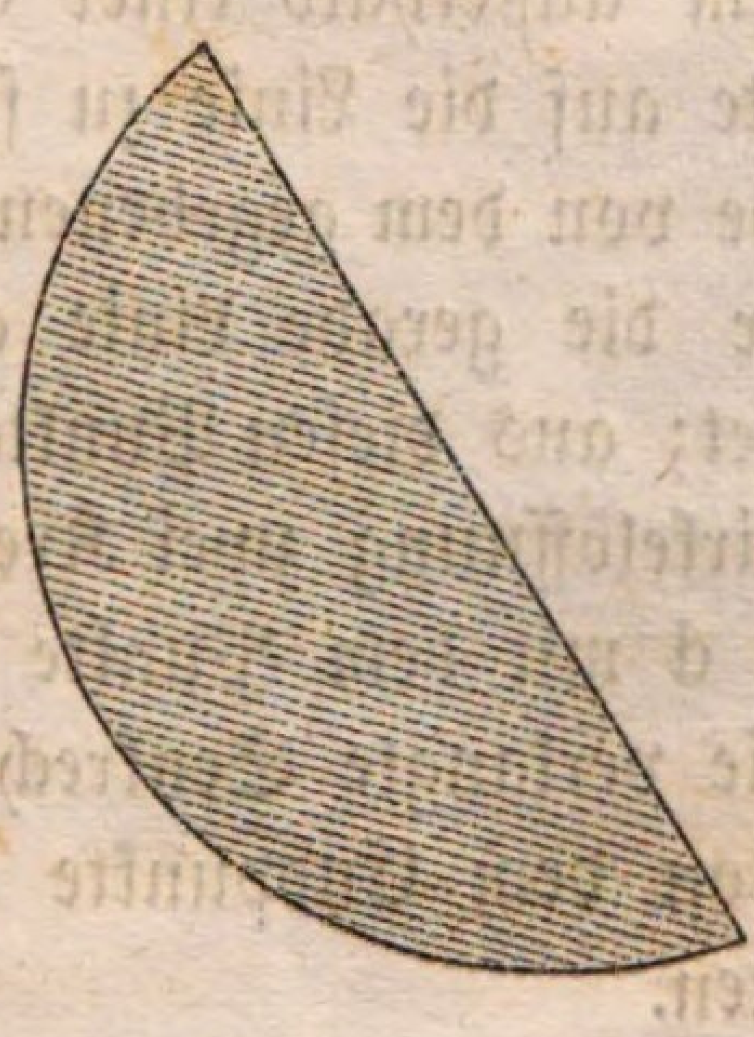
Da die Ecken der regelmäßigen Vielecke alle gleich weit von einem Punkte entfernt sind, so lassen sich dieselben am besten in Kreisen zeichnen.

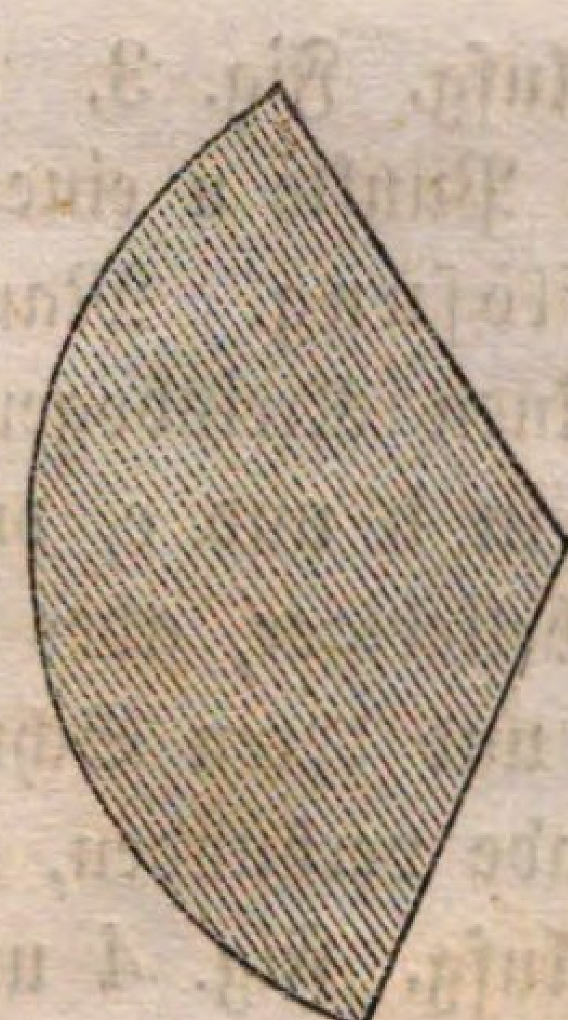
Bei Vielecken nennt man die Winkel a b c d e Polygon-Winkel.

Zieht man von dem Mittelpunkte g desjenigen Kreises, in welchen ein regelmäßiges Polygon eingezeichnet ist, zu den gegenüberliegenden Polygonwinkeln, Halbmesser, so wird von diesen jeder derselben in zwei gleiche Theile getheilt, und es entstehen Dreiecke, welche alle von gleicher Größe unter sich sind.

Die Winkel dieser Theilungslinien haben ihren gemeinschaftlichen Scheitel in g, weßwegen man sie Centriwinkel nennt, deren Anzahl stets gleich ist der der Seiten eines Vieleckes.

8) Von den ebenen Flächenfiguren, welche durch krumme Linien eingeschlossen sind, ist die von einer ganzen Kreislinie begrenzte Ebene, Kreisfläche genannt, die vorzüglichste, zu welcher auch der Kreisabschnitt und der Kreisausschnitt gehören.





Kreisabschnitt heißt jeder Theil einer Kreisfläche zwischen einer Sehne und einem Bogen.

Unter Kreisausschnitt versteht man einen von zwei Radien und einem Bogen eingeschlossenen Theil einer Kreisfläche.

Die wichtigsten geometrischen Construktionen in der Ebene als Anfangsgründe des Linearzeichnens.

Construktionen senkrechter Linien.

1. Aufg. Fig. 1. Auf die Mitte einer Geraden a b soll eine Senkrechte errichtet werden.

Auflösung. Aus den Endpunkten a und b der gegebenen Linie beschreibe man mit einer Zirkelöffnung, welche größer ist, als die halbe Länge von a b, ober- und unterhalb derselben Kreisbögen, und verbinde ihre Durchschnittspunkte c d durch eine Gerade, welches die verlangte Senkrechte ist.

2. Aufg. Fig. 2. Eine senkrechte Linie auf einen beliebigen Punkt a einer Geraden zu errichten.

Auflösung. Man bezeichne zwei Punkte b und c in gleicher Entfernung von a, und beschreibe mit einer größern (aber gleichen) Zirkelöffnung als a c aus b und c zwei sich schneidende Kreisbögen; die vom Punkte a nach deren Durchschnittspunkte d gezogene Gerade ist dann die gesuchte Senkrechte.

3. Aufg. Fig. 3. Von einem außerhalb einer Geraden gegebenen Punkte a eine Senkrechte auf die Linie zu fällen.

Auflösung. Man beschreibe von dem gegebenen Punkte a aus einen Kreisbogen, welcher die gerade Linie an zwei Punkten, in b und c, durchschneidet; aus diesen Punkten werden mit beliebiger, aber gleicher Zirkelöffnung zwei Kreisbogen gezogen, und deren Schneidepunkt d mit dem Punkte a durch eine Gerade verbunden, welches die verlangte Senkrechte ist.

4. Aufg. Fig. 4 und 5. Von dem Endpunkte a einer Geraden eine Senkrechte zu errichten.

1. Auflösung. Man beschreibe aus einem beliebigen Punkte b mit der Zirkelöffnung b a einen Kreis, verbinde den Durchschnittspunkt c mit b durch eine Gerade bis diese den Kreis in d schneidet; d mit a verbunden gibt dann die verlangte Senkrechte.

2. Auflösung. Aus dem Punkte a zieht man mit beliebiger Zirkelöffnung den Bogen b e, und trägt auf diesen Bogen dieselbe Zirkelöffnung von b nach d und von d nach e; von dem Punkte d und e werden dann wieder mit der gleichen Zirkelweite Kreisbögen beschrieben, und deren Durchschnittspunkt f und a durch eine Gerade verbunden, welche die gesuchte Senkrechte ist.

Parallellinien.

5. Aufg. Fig. 6 und 7. Es soll eine Parallele mit einer Linie a b in einer gegebenen Entfernung c gezogen werden.

1. Auflösung. Man beschreibe mit der gegebenen Entfernung c a als Radius aus den zwei Punkten der Linie a b zwei gleiche Kreisbogen, und ziehe an diese eine Tangente, welche die Parallele ist.

2. Auflösung. Ziehe aus c eine beliebig schiefe Linie auf die Linie a b, beschreibe vom Punkte a den Bogen c b und von c gleichfalls den Bogen a d, dann trägt man die Sehne des Bogens c b von a nach d; c mit d durch eine Gerade vereiniget wird die gewünschte Parallele sein.

Uebertragung und Theilung der Winkel.

6. Aufg. Fig. 8. Mittelst eines gegebenen Winkels b a c einen andern ihm gleichen Winkel zu zeichnen.

Auflösung. Man ziehe eine Gerade von unbestimmter Länge als den einen Schenkel des gegebenen Winkels, beschreibe mit beliebiger Zirkelöffnung vom Punkt a′ einen Kreisbogen, den man gleichfalls vom Scheitelpunkt a auf den gegebenen Winkel überträgt, nehme dann die Sehne b c dieses Bogens, und bringe selbe vom Punkte b′ nach c′, so gibt c′ a′ durch eine Gerade vereiniget den zweiten Schenkel eines Winkels, der gleich dem gegebenen ist.

Ist ein stumpfer Winkel gegeben, so verlängere man einen Schenkel dieses Winkels, und trage den dadurch erhaltenen spitzen Nebenwinkel auf dieselbe Weise über.

7. Aufg. Fig. 9. Ein nach der Anzahl seiner Grade gegebener Winkel z. B. von 55°, soll ohne Transporteur aufgetragen werden.

Auflösung. Man errichte auf eine Gerade von dem Punkte a aus eine Senkrechte wie bei Fig. 5, und trage die Zirkelweite a b von g nach h, wodurch der Viertelskreis in drei gleiche Theile getheilt ist, wovon jeder 30° hat, theilt man hierauf jeden dieser Bogen wieder in drei gleiche Theile ab, so hat jeder derselben 10°.

Werden nun bei 60° diese 10° in zehn gleiche Theile getheilt und von 5° eine Gerade nach dem Scheitel a geführt, so gibt dieses einen Winkel von 55°. Die Zahl des Ergänzungswinkels (Complementswinkel oder Complement genannt) zu 90° beträgt hier 35°.

Aber der Ergänzungswinkel zu 180° (Supplementswinkel oder das Supplement) beträgt 125°.

8. Aufg. Fig. 10. Einen Winkel in zwei oder mehrere gleiche Theile zu theilen.

Auflösung. Man ziehe aus dem Scheitelpunkte a einen Kreisbogen, der die beiden Schenkel schneidet, und beschreibe aus dem Durchschnitte b und c mit gleicher Zirkelöffnung zwei Bogen und verbinde deren Durchschnitt d mit a durch eine Gerade, wodurch der Bogen so wie der Winkel halbirt wird.

9. Aufg. Fig. 11. Es seien a b und c d die beiden Schenkel eines Winkels, dessen Scheitel unzugänglich ist; derselbe soll halbirt werden.

Auflösung. Man ziehe wie in Fig. 6 in gleicher Entfernung zwei Parallelen f e und g e, wodurch man in e den Scheitel erhält, und somit wie bei der vorhergehenden Aufgabe verfährt.

10. Aufg. Fig. 12. Eine Gährungslinie zu zeichnen, mit welcher mehrere gegebene Parallel-Linien a b, c d, e f in gleicher Entfernung von einander, in der Richtung der gegebenen Linie b g fortgeführt werden sollen.

Auflösung. Man halbire den durch die Linien a b

und b g gebildeten Winkel, wie bei Figur 10, so ist die Halbirungslinie die Gährungslinie, aus deren Schneidungspunkten d f mit den gegebenen Parallelen dieselben in der Richtung der gegebenen Linie b g fortgeführt werden können.

Würde man eine falsche Gährungslinie ziehen, nämlich eine solche, welche den Winkel nicht halbirt, sondern ungleich theilt, so würden die nach der Richtung b g gezogenen Parallelen nach der Neigung der Gährungslinie entweder näher oder weiter von einander entfernt sein.

Construktion der Dreiecke.

11. Aufg. Fig. 13. Ein gleichseitiges Dreieck, wovon eine Seite gegeben, zu zeichnen.

Auflösung. Aus dem Punkte a und b beschreibe man mit a b als Radius Kreisbögen, und verbinde ihren Durchschnitt c mit a und b durch Gerade.

12. Aufg. Fig. 14. Ein gleichschenkliges Dreieck zu zeichnen, wovon die Grundlinie a und einer seiner beiden Schenkel c bekannt ist.

Auflösung. Man trägt auf eine Linie die Länge der Grundlinie a, beschreibt mit c als Radius aus den Punkten a und b die Kreisbögen bei e, und verbinde die drei Punkte e a und b durch Gerade.

13. Aufg. Fig. 15. Die drei Seiten a b und c eines Dreieckes sind gegeben.

Auflösung. Man bringe auf eine Gerade die Länge der gegebenen Seite a, nehme dann die Seite b in den Zirkel, und beschreibe damit aus dem einen der Endpunkte d einen Bogen, trägt auf gleiche Weise die dritte Seite c von dem andern Endpunkte e durch einen Kreisbogen auf, und zieht von dem Durchschnittspunkte f Gerade nach den Endpunkten d und e.

14. Aufg. Fig. 16. Ein Dreieck soll gezeichnet werden, wovon zwei Seiten a und b, und der von ihnen eingeschlossene Winkel c gegeben ist.

Auflösung. Es wird an einem beliebigen Endpunkte einer Geraden, z. B. bei d der gegebene Winkel c, dann vom

Scheitel d auf einem der beiden Schenkel die Seite a, und auf dem andern die Seite b, aufgetragen und hierauf die Endpunkte der Schenkel a und b mit einer Geraden verbunden.

15. Aufg. Fig. 17. Zwei Winkel a und b und eine Seite c eines Dreiecks sind gegeben, man soll dasselbe zeichnen.

Auflösung. Man ziehe eine Gerade, und mache sie von gleicher Länge mit der gegebenen Seite c, trägt von einem Endpunkte der Geraden den Winkel a, auf den andern den Winkel b auf; so werden sich ihre Schenkel in d schneiden, wodurch das Dreieck entsteht.

16. Aufg. Fig. 18. Ein rechtwinkeliges Dreieck zu construiren, wenn die Hypothenuse und eine seiner Katheten bekannt sind.

Auflösung. Mit der halben Länge der Hypothenuse als Radius beschreibe man auf eine Gerade einen Halbkreis, trage von a oder b die gegebene Kathete als Sehne eines Bogens auf, und verbinde deren Endpunkt c mit a.

Construktion der Vierecke.

17. Aufg. Fig. 19. Ueber eine gegebene Linie ein Quadrat zu construiren.

Auflösung. Man beschreibe mit dem Radius a b zwei Bögen, welche sich in c schneiden, trage c b von c nach d, und ziehe die Gerade d b, setze den Zirkel in c und beschreibe mit c e einen Bogen, der die beiden zuerst beschriebenen Bogen in f und g schneidet.

18. Aufg. Fig. 20. Ein Rechteck zu zeichnen, von dem zwei aufeinander folgende Seiten a und b gegeben sind.

Auflösung. Man bringe auf eine Gerade die gegebene Länge a, und errichte aus einem Endpunkte derselben, z. B. aus c eine Senkrechte, trage von c auf diese die gegebene Länge b in d auf, und beschreibe mit derselben Zirkelweite b einen Bogen aus e, sodann wird aus d die Länge a durch einen Bogen aufgetragen, und der Schneidepunkt f mit d und e durch Gerade verbunden.

19. Aufg. Fig. 21 und 22. Eine gleichseitige Raute zu zeichnen, wenn eine Seite a und ein Winkel b derselben gegeben ist.

Auflösung. Man trage auf eine Gerade den gegebenen Winkel b, nehme die Seite a und beschreibe aus c einen Kreisbogen der beide Schenkel in d und e durchschneidet, und ziehe dann aus d und e mit derselben Zirkelweite a Kreisbögen, welche sich in f schneiden, und vereinige d f e durch Gerade.

Im Falle die Höhe a und Breite b, oder was eines und dasselbe ist, die Diagonalen einer gleichseitigen Raute, zur Zeichnung derselben gegeben wären, so setzt man zwei Gerade rechtwinkelig zusammen, halbirt die gegebenen Diagonalen a und b, trägt die halbe Länge der Diagonale a von c nach d e, und die der von b von c nach f und g.

20. Aufg. Fig. 23. Eine länglichte Raute zu zeichnen, wenn zwei aufeinander folgende Seiten a und b, und der von diesen eingeschlossene Winkel c bekannt ist.

Auflösung. Bringe auf eine Gerade den gegebenen Winkel, trage die gegebene Seite a von c nach d, und die Länge b von c nach e; ferners beschreibe von e mit der Seite a einen Kreisbogen, und von d aus mit der Länge b gleichfalls, und vereinige deren Schneidepunkt mit e und d.

21. Aufg. Fig. 24. Ein Paralleltrapez zu construiren, wenn die Seitenlänge a, ein anliegender Winkel c, dann die Länge des zweiten Schenkels b desselben als zweite Seite, und endlich die mit der ersten parallele Seite d bekannt sind.

Auflösung. Man trage den gegebenen Winkel c auf eine Gerade, und bringe die Seite a vom Scheitel c nach e, dann die Seite b nach f, ziehe durch f eine Parallele gleich der Grundlinie, und trage auf diese Parallele die gegebene Seite d von f nach g.

22. Aufg. Fig. 25. Auf eine gegebene Grundlinie a b ein Parallelogramm zu zeichnen, welches einem gegebenen a c d e ähnlich ist.

Auflösung. Man ziehe die Diagonale a f, ziehe von b aus eine Parallele mit der Seite c d, ebenso von f eine

Parallele mit e d; so ist das Viereck a b f g ähnlich dem Vierecke a c d e, denn a d theilt das Viereck a c d e in zwei gleiche Dreiecke, daher die Seiten b f und f g mit dem übrigen in Verhältniß stehen.

Theilung der Linien.

Ist die Anzahl der Theile gerade, wie 4, 6, 12 u. s. w., so wähle man zuerst Unterabtheilungen; nämlich, wenn eine Gerade, z. B. in 12 Theile getheilt werden soll, so halbire man mittelst des Spitzzirkels zuerst die ganze Länge, theile die Hälfte wieder in 2 Theile und jeden dieser 4 Theile wieder in 3 ab.

Ist es aber eine ungerade, eine Primzahl, wie 5, 7, 11 u. s. w. oder sind neben einer Hauptzahl noch Bruchtheile vorhanden, wie z. B. $7\frac{1}{2}$ u. dgl. so kann durch die geometrische Theilung mittelst Proportional-Linien die Aufgabe am einfachsten gelöst werden (wie beim Dreiecke bereits erläutert wurde).

23. Aufg. Fig. 26. Eine Gerade a b in eine beliebige Anzahl gleicher Theile und Bruchtheile zu theilen, z. B. $7\frac{1}{2}$.

Auflösung. Man ziehe aus dem Punkte a die Linie a c willkürlich, trage auf derselben von a die verlangte Anzahl gleicher Theile mit beliebiger Zirkelöffnung, halbire einen dieser Theile, und setze diesen halben Theil bei.

Wird nun dieser letzte Theilungspunkt $7\frac{1}{2}$ mit dem Endpunkte b durch eine Gerade verbunden, und werden mit dieser aus den übrigen Theilungspunkten Parallele gezogen, so theilen diese letzteren die Linie a b in ebenso viele Theile und die Theile 1 — $7\frac{1}{2}$ sind dann proportional mit denen I — VII$\frac{1}{2}$.

24. Aufg. Fig. 27. Einen Linientheiler zu zeichnen, durch welchen jede beliebige Gerade in eine bestimmte Anzahl gleicher Theile getheilt werden kann.

Auflösung. Auf eine Gerade trage man die bestimmte Anzahl gleicher Theile, z. B. 6, beschreibe mit der Zirkelweite a b aus den Punkten a und b Kreisbögen, und ziehe von

den Theilungspunkten 1, 2, 3—6 Gerade nach dem Schneidepunkt c.

Soll nun z. B. eine Linie d e in eben so viele Theile getheilt werden, so wird mit der Zirkelöffnung d e aus c ein Bogen beschrieben und durch die beiden äußern Durchschnittspunkte die Gerade d' e' gezogen.

25. Aufg. Fig. 28. Es soll von der Linie a b ein gegebener Theil abgeschnitten werden, hier z. B. $\frac{1}{5}$.

Auflösung. Lege an a unter einer willkürlichen Neigung die Gerade a c, trage sechs beliebige, aber gleiche Theile auf und ziehe aus dem letzten Punkt 6 durch b die Linie c b; mache b d = c b, und ziehe durch den zweiten Theilungspunkt von oben herab, nämlich durch 4 eine Gerade nach d, welche bei e den fünften Theil der Linie a b abschneidet.

Dezimal- und Duodezimalmaaß.

26. Aufg. Fig. 29 u. 30. Eintheilung des bayerischen Duodezimal- oder Werkmaaßes in Zolle, Linien und Punkte.

Auflösung. Die auf eine Gerade aufgetragene Fußlänge wird zuerst in 12 Theile oder Zolle abgetheilt, wie bei Theilung der Linien erläutert wurde, und durch jeden Theilungspunkt eine Senkrechte gezogen, dann ein Zoll wieder in 12 Theile oder Linien, welche gleichfalls durch Senkrechte abgetheilt und bezeichnet werden, wie bei Fig. 29.

Fig. 30. Sollte dasselbe Maaß aber nebst Zollen und Linien auch in Punkte getheilt werden, so bringe man auf eine Gerade 12 oder 6 Zoll, errichte von jedem Zoll aus eine Senkrechte, und trage auf a c und b d 12 beliebige aber gleiche Theile, und ziehe durch diese die Parallellinien.

Alsdann theilt man einen Zoll bei a e und c f in 12 gleiche Theile, und ziehe die Quer- oder Transversallinien e. 1, 1. 2 ꝛc. ꝛc., und füge endlich dem Ganzen die Bezeichnung bei.

Die 12 Theile von a e geben die Linien, und f 1 sind 12'''', g 1 11'''', h 1 10'''' u. s. f. Will man blos Zolle und Linien abnehmen, z. B. 1'' 3''', so geschieht dieß immer

auf der Linie a b, indem man in i den Zirkel einsetzt und bis zur Zahl 3 öffnet; sollte aber z. B. 1'' 3''' 7'''' abgenommen werden, so fahre man von der Zahl 3 auf der Transversallinie aufwärts, bis zu der durch VII gezogenen Parallele, setze hier den Zirkel ein und messe auf der Linie VII bis zum Punkte k, so sind dieß 1'' 3''' 7''''.

Fig. 31. Das geometrische oder Dezimalmaaß, von gleicher Länge mit dem Werkfuße, wird in 10 Theile eingetheilt, und hiebei ebenso verfahren wie beim Duodezimalmaaße.

Verjüngte Maaßstäbe.

Gewöhnlich werden die darzustellenden Gegenstände nicht in wirklicher Größe, sondern in einem kleineren Maaße gezeichnet, wozu man sich des verkleinerten (verjüngten) Maaßes bedient. Der Zweck solcher Maaßstäbe ist, anzuzeigen, in welchem Größenverhältnisse die Darstellung des Gegenstandes zu diesem selbst steht, um mittelst derselben die Maaße aller Theile abnehmen zu können.

Die Größe des verjüngten Maaßstabes richtet sich nach dem zu zeichnenden Gegenstande; derselbe muß um so größer angenommen werden, je kleiner und zusammengesetzter der Gegenstand ist, und kann um so kleiner sein, je größer die Ausdehnung des Gegenstandes ist.

Der größeren Deutlichkeit halber werden bei solchen Zeichnungen von Gebäuden, Maschinen 2c. 2c., wo kein großer Maaßstab angenommen werden kann, die vorhandenen kleineren Theile noch besonders im großen Maaßstabe, oder in wirklicher Größe dargestellt.

Häufig nimmt man die Bruchtheile $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{30}$ 2c. 2c. wirklicher Größe als einen Fuß des verjüngten Maaßstabes an.

Auch bestehen in mehreren Staaten besondere Vorschriften, wie groß der verjüngte Maaßstab bei Bau- und Situationsplänen anzunehmen sei.

Z. B. in Bayern wird bei aufzuführenden oder ausgeführten Gebäuden der Grundriß, Aufriß (Façade) und Durchschnitt in $\frac{1}{120}$, der Situationsplan (Grundriß), auf welchem

die nächste Umgebung, Straßen, Gebäude und Gärten ꝛc. ꝛc. angegeben sind, in $\frac{1}{1200}$ gezeichnet. Für den allgemeinen Plan der Steuerkataster-Commission ist $\frac{1}{5000}$, und für die Landgerichte und Städte $\frac{1}{2500}$ des bayerischen Fußes festgesetzt.

27. Aufg. Einen verjüngten Maaßstab im Duodezimalmaaße in $\frac{1}{12}$ wirklicher Größe zu zeichnen.

Auflösung. In diesem Falle ist ein Zoll des bayerischen Werkfußes für 1 Schuh anzunehmen, den man auf eine Gerade mehrmals aufträgt, und solch einen Schuh in 12 Theile oder Zolle abtheilt, wobei die sämmtlichen Theilungslinien wie in Figur 29 anzugeben sind; oder es kann auch die Eintheilung des zweiten Maßstabes, Figur 30, hiezu benützt werden, wo man alsdann den wirklichen Zoll als Schuh, die Linien als Zolle und die Punkte als Linien gelten läßt.

28. Aufg. Man soll einen zwölftheiligen verjüngten Maßstab in $\frac{1}{30}$ wirklicher Größe eines bayerischen Fußes zeichnen.

Auflösung. Wenn $\frac{1}{3}$ eines Fußes, d. i. beim zwölftheiligen Maaße 4 Zoll, in 10 Theile getheilt wird, so gibt $\frac{1}{10}$ den 30ten Theil der ganzen Fußlänge, welchen man hier als einen Schuh annimmt.

Es wird nun solch $\frac{1}{30}$ auf eine Gerade mehrmals aufgetragen und auf jedem Theilpunkte Senkrechte errichtet, dann auf a c sechs beliebige gleiche Theile gebracht, aus denen man die Parallelen zieht; endlich c d halbirt und von e nach a b die Geraden führt.

Das Abnehmen der Zolle geschieht auf der Linie b d, nämlich von 1 bis n sind 1 Zoll, 2 bis n und 3 bis n 2, 3 Zoll u. s. f.

29. Aufg. Es soll der gewöhnliche geometrische verjüngte Maßstab gezeichnet werden.

Auflösung. Eintheilung und Größe ist mit dem bereits in wirklicher Größe gezeichneten gleich.

Läßt man einen wirklichen Zoll als Fuß gelten, so ist solch ein Fuß $\frac{1}{10}$ der wirklichen Fußlänge, die Theile von e 1, 2, 3 bis 10 sind dann Zolle, und die Theile von 1, 1, 2, 2

bis 10 sind Linien; Schuhe und Zolle werden dann auf der Linie a b gemessen.

Wären z. B. 2′ 4″ 3‴ abzunehmen, so suche man auf der Linie a e die Zahl 4, sehe auf die Querlinie aufwärts, bis man auf der Linie a c die Zahl III bemerkt; wo die geraden Linien 4 und III sich begegnen, ist der Punkt o, welcher bis zu r 4″ 3‴ gibt, von r bis p sind 2′, somit o bis p zusammen 2′ 4″ 3‴.

Wird ein Zoll des geometrischen Maaßes als 10 Schuh angenommen, so ist ein Schuh hievon $\frac{1}{100}$ der wirklichen Größe.

Die Theile e 1, 2, 3 bis 10 gelten als einzelne Schuh, und 1, 1, 2, 2 rc. rc. geben die Zolle.

Sollte z. B. eine Länge von 19′ gemessen werden, so wird der Zirkel in i eingesetzt und bis 9 geöffnet; sind Zolle beizufügen, z. B. 19′ 9″, so sind vom Punkte o bis s die 19′ 9″ abzunehmen.

Ein Zoll als 100 Schuh angenommen, gibt 1 Schuh hievon $\frac{1}{1000}$ der wirklichen Größe.

Es sind also e 1 10 Schuh, e 2 20 Schuh u. s. w., und 1, 1 sind 1 Schuh, 2, 2, 2 Schuh u. s. f. Hat man blos Maaße von 10′ zu 10′ abzunehmen, so kann man dieß auf den beiden Linien a b und c d.

Z. B. von e bis 8 sind 80 Fuß, ebenso nimmt man z. B. 120′ ab, indem man bei i den Zirkel einsetzt und bis 2 öffnet.

Kommen noch einzelne Fuße dazu, z. B. 125′, so gibt dann n bis m die verlangten 125′.

Bestimmung des verjüngten Maaßstabes nach der Größe der Darstellungsfläche.

Im Falle kein bestimmtes Maaßverhältniß gegeben ist, kann der Maaßstab auch nach der Größe der Zeichnungsfläche oder des Papierbogens bestimmt werden; wäre z. B. die Länge eines darzustellenden Gebäudes 50′, so theilt man die Länge des Bogens in 5 gleiche Theile, $\frac{1}{5}$ wieder in 10 Theile, so ist dann solch $\frac{1}{10} = \frac{1}{50}$ Theil der Bogenlänge, welcher 1 Schuh für das verjüngte Maaß gibt.

Bestimmung des verjüngten Maaßstabes durch Proportionallinien.

Sollte eine Zeichnung hinsichtlich ihres Flächenraumes größer oder kleiner, als das Original selbst ist, gefertigt werden, so läßt sich die Größe des hiezu im Verhältniß stehenden Maaßstabes durch Proportionallinien finden.

30. Aufg. Fig. 32. Die Größe eines Maaßstabes zu finden, nach welchem eine Zeichnung 2, 3, 4mal 2c. 2c. größer als das Original ist, gezeichnet werden kann.

Auflösung. Man nimmt vom Maßstabe des Originals entweder die Länge eines Fußes, oder Zolles, und trägt sie auf zwei rechtwinklig zusammengestellte Gerade vom Scheitel a nach b und c, zieht die Linie b c, welche dann die Fußlänge eines Maaßstabes ist, nach welchem die Zeichnung zweimal so groß, als das Original wird; trägt man b c von a nach d, so gibt b d eine Fußlänge, nach welcher die Zeichnung dreimal größer wird, als das Original ist, und so fortgesetzt, bestimmt b e und b f 2c. 2c. die Größe eines Fußes, durch welchen die Zeichnung vier- und fünfmal größer als das Original gefertigt werden kann.

31. Aufg. Fig. 33. Einen verjüngten Maaßstab zu construiren, nach welchem eine Zeichnung $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ 2c. kleiner als das Original ist, gefertiget werden kann.

Auflösung. Man trägt auf eine Gerade die Fußlänge vom Maaßstabe des Originals a b, halbirt dieselbe, und beschreibt aus dem Punkte c mit dem Radius a c einen Halbkreis. Hierauf errichtet man aus c eine Senkrechte c d, und zieht die Gerade d b, welche die Länge eines Fußes ist, welcher die Zeichnung halb so groß gibt, als das Original ist; theilt man a b in 3 gleiche Theile, und zieht vom Punkte 2 die Senkrechte 2 e, so gibt die Linie e b eine Fußlänge, nach welcher die Zeichnung um den dritten Theil kleiner wird, als das Original u. s. w.

32. Aufg. Fig. 34. Construktion eines Maaßstabes, durch welchen der Flächeninhalt der Zeichnung zu dem des Originals in einem zu bestimmenden Verhältnisse steht, z. B. wie 2 zu 5.

Auflösung. Wird die Fußlänge des Originals a b auf eine Linie getragen, dieselbe halbirt und aus c mit der Weite a c ein Halbkreis gezogen; dann die Fußlänge a b in 5 gleiche Theile abgetheilt, und vom Theilungspunkte 2 die Senkrechte 2 d errichtet; so gibt d a die Länge eines Fußes, nach welchem die Zeichnung gefertiget werden kann, deren Größe sich zum Original verhält wie 2 : 5.

Proportionalmaaßstab.

33. Aufg. Fig. 35. Einen Proportionalmaaßstab zu verfertigen, von welchem man die Halbmesser für eine bestimmte Anzahl Theile eines Umkreises abnehmen kann.

Auflösung. Man bringt auf eine Gerade a b ohngefähr 40 oder 50 gleiche Theile von beliebiger Größe, und errichte bei 22 eine senkrechte Linie. Um z. B. den Durchmesser eines Kreises abzunehmen, dessen Umkreis 40 Theile enthält, von denen ein Theil von dem andern $3\frac{1}{4}$ Zoll entfernt sein soll; so nimmt man die $3\frac{1}{4}$ Zoll in den Zirkel, trägt sie 7 mal auf die Senkrechte c d, zieht durch die Punkte a 7 die Querlinie a g, und errichtet bei 20 und 40 wieder Senkrechte, so werden dieselben bei e und g von der Linie a g geschnitten, und e bis 20 der Halbmesser, so wie g bis 40 der Durchmesser eines Kreises, auf welchem sich 40 Theile von $3\frac{1}{4}$ Zoll Entfernung auftragen lassen.

Dieses Verfahren gründet sich auf das Verhältniß des Durchmessers zur Peripherie, welches Archimedes von Syrakus zuerst fand, nämlich daß sich der Durchmesser zum Kreisumfange wie ungefähr 7 zu 22 verhält.

Es wurden zwar diese Verhältnisse später von Ludolph von Köln weit genauer angegeben, nach welchen sich der Durchmesser zum Umkreise wie 100 zu 314, oder 1000 zu 3141 verhält; allein für die Zeichnung nicht gar zu großer Kreise bietet obiges Verhältniß hinlängliche Genauigkeit.

Regelmäßige Vielecke.

Bei regelmäßigen Vielecken kann entweder die Länge einer Seite, oder der Kreis gegeben sein, in welchen dasselbe zu zeichnen ist.

Man hat daher eine zweifache Aufgabe: nämlich bei gegebenem Kreise die Länge einer Seite, und bei gegebener Länge, den Kreis zu suchen.

34. Aufg. Fig. 36. Es ist ein Kreis gegeben, in dessen Peripherie die Ecken eines gleichseitigen Dreieckes liegen, man soll das Dreieck zeichnen.

Auflösung. Man ziehe durch den Mittelpunkt des Kreises den Durchmesser a b, beschreibe von b durch den Mittelpunkt einen Kreisbogen, welcher den Kreisumfang in c und d schneidet, und verbinde c mit d, dann c mit a, und a mit d.

35. Aufg. Fig. 37. Ein Quadrat in einen Kreis zu zeichnen, daß die vier Ecken in dem Umkreise liegen.

Auflösung. Auf den gezogenen Durchmesser a b wird vom Mittelpunkt des Kreises eine Senkrechte errichtet, welche die Peripherie in c und d schneidet; vereiniget man a mit c, c mit b und b und a mit d, so hat man das verlangte Quadrat.

36. Aufg. Ein regelmäßiges Fünf-, Sechs-, Sieben-, Acht- und Neuneck soll in einen gegebenen Kreis gezeichnet werden.

Fig. 38. Auflösung. Um ein regelmäßiges Fünfeck in einen Kreis zu zeichnen, zieht man einen Diameter a b, errichtet auf diesen aus m eine Senkrechte c d, und halbirt den Halbmesser m a in e, beschreibt aus e durch c einen Kreisbogen, so gibt die Sehne c f dieses Bogens die Länge einer Seite, welche auf der Peripherie 5 mal herumgetragen die Ecken I, II, III, IV, V darstellt, welche durch Verbindung das Fünfeck geben.

Die Seite des Fünfeckes kann auch dadurch bestimmt werden, wenn man den Viertelskreis in fünf gleiche Theile theilt, und von dem vierten Theilungspunkte nach c eine Gerade führt.

Fig. 36. Da die Seite eines regelmäßigen Sechseckes dem Halbmesser des Kreises gleich ist, so wird derselbe blos 6 mal auf dem Kreisumfange aufgetragen, oder man zieht einen Diameter a b, beschreibt mit dem Radius des Kreises aus a und b Kreisbögen, so schneiden jene die Peripherie in c, d, e und f; verbindet man dann a e c b d f durch gerade Linien, so erhält man das Sechseck.

Fig. 39. Auflösung. An einem beliebigen Punkte a des gegebenen Kreises beschreibe aus a den Bogen b c d, ziehe die Sehne b d und den Halbmesser a c, so schneidet letzterer die Sehne in e, und es ist e b oder e d die gesuchte Seite des regelmäßigen Siebenecks.

Fig. 37. Auflösung. Man ziehe zwei Durchmesser rechtwinkelig auf einander, und halbire zwei der hiedurch entstehenden rechten Winkel, wodurch man den Umkreis in 8 gleiche Theile getheilt erhält.

Fig. 40. Auflösung. Man beschreibt aus einem beliebigen Punkte der Peripherie durch den Mittelpunkt m einen Kreisbogen, der die Peripherie des gegebenen Kreises in c und b schneidet, zieht die Linie b c und halbirt sie in d, beschreibt aus d und c mit dem Radius des gegebenen Kreises zwei Kreisbögen, die sich in f schneiden, und zieht von m nach f eine Gerade, welche die Peripherie in g schneidet; so ist g b eine Seite dieses regelmäßigen Neuneckes.

37. Aufg. In einen gegebenen Kreis ein regelmäßiges Zehn-, Eilf- und Zwölfeck zu construiren.

Fig. 41. Auflösung. Zehneck. Ziehe die Durchmesser a b und c d, und halbire den Quadranten a c, und theile a e in 5 gleiche Theile; so gibt die von a bis zum vierten Theilungspunkt gezogene Gerade die Größe für eine Seite des Zehneckes für den gegebenen Kreis.

Fig. 42. Auflösung. Eilfeck. Aus einem beliebigen Punkte a beschreibe durch den Mittelpunkt m den Kreisbogen b c, und aus c mit derselben Zirkelweite den Bogen m a; halbire den Bogen a c in d, theile a d in 12 gleiche Theile, und verbinde den 11. Theilungspunkt mit c durch eine Ge-

rade, welche 11 mal auf dem gegebenen Kreise herumgetragen werden kann.

Fig. 43. Auflösung. Um das Zwölfeck zu zeichnen, setzt man zwei Durchmesser a b und c d rechtwinkelig zusammen und zieht mit dem Radius des gegebenen Kreises aus a c b und d Kreisbögen, welche die Peripherie des Kreises in Punkten 1, 2, 3—12 schneiden, deren Verbindung dann das Zwölfeck geben.

Fig. 44. Die Construktionen regelmäßiger Vielecke, vom gleichseitigen Dreiecke angefangen, bis zum Zwölfecke, lassen sich in einem einzigen Kreise auf folgende Weise darstellen:

Setzt man zwei Durchmesser a b und c d rechtwinkelig zusammen, so gibt a c die Seite des Quadrates; beschreibt man mit d m einen Kreisbogen, so gibt die Sehne e f die Seite des Dreieckes, d f die Seite des Sechseckes, e g die Seite des Siebeneckes.

Die Sehne e h als dritter Theil des Bogens die Seite des Neuneckes.

Zieht man aus g mit g a einen Bogen, so ist m i die Seite des Zehneckes, a i die Seite eines Fünfeckes.

Wird der Quadrant b c bei k halbirt, so ist b k die Seite des Achteckes.

Aus b mit dem Halbmesser b m einen Kreisbogen m l beschrieben, gibt die Seite c l des Zwölfeckes; und endlich in i l die Seite des Eilfeckes.

38. Aufg. Fig. 45. In ein Quadrat ein regelmäßiges Achteck zu zeichnen.

Auflösung. Man ziehe die Diagonalen des gegebenen Quadrates, und beschreibe aus den Punkten a, b, c, d mit der Zirkelöffnung a e Kreisbögen, durch welche man die gleichen Seiten des Achteckes erhält.

Fig. 46. Eine allgemeine Methode, nach welcher der Umkreis in beliebige gleiche Theile getheilt werden kann, ist folgende:

Man ziehe den Durchmesser a b des gegebenen Kreises, und theile a b in so viele gleiche Theile, als der Umkreis getheilt werden soll, z. B. in 11 Theile; was am einfachsten

durch die Weise, wie bei Theilung der Linien Fig. 26 gezeigt wurde, zu bewerkstelligen ist; ziehe dann von a und b die beiden Bogen und verbinde deren Schneidepunkte c und d mit dem Theilungspunkte 10 durch gerade Linien, wodurch in f e der eilfte Theil des Umkreises bestimmt ist.

Ist die Seite eines regelmäßigen Polygons gegeben, so kann auch durch den Centriwinkel des Polygons der Radius des Kreises dazu gefunden werden.

Man erhält die Anzahl der Grade eines Centriwinkels dadurch, daß man die 360° der Peripherie mit der Anzahl der Seiten theilt.

Sonach hat der Centriwinkel beim Dreiecke 120°, beim Quadrate 90°, beim Fünfecke 72°, beim Sechsecke 60° u. s. w.

Sollte man z. B. in Fig. 57 den Radius eines Kreises bestimmen, in dessen Umfange die Ecken eines Fünfeckes liegen, dessen Seite a b ist, so trägt man den Winkel von 72° mittelst Transporteur auf, und halbirt ihn durch die Gerade c d, ebenso wird auch die gegebene Seite a b halbirt, und mit der Zirkelöffnung a e von dem Punkte c Kreisbögen beschrieben, mittelst welcher die mit der Linie d c parallelen Linien f und g gezogen werden können, welche die beiden Schenkel des aufgetragenen Winkels in h und i schneiden.

Es sind c h und c i Radien des Kreises, in welchem sämmtliche Ecken des Vieleckes sich befinden.

39. Aufg. Die Seite eines gleichseitigen Drei- und Viereckes ist gegeben, man soll den entsprechenden Kreis bestimmen.

Fig. 47. Auflösung. Man beschreibe mit der gegebenen Seite ein gleichseitiges Dreieck, halbire die Grundlinie in a und ziehe von a an die Spitze b eine Gerade, theile a b in 3 gleiche Theile, so gibt 2 b den Radius für den Kreis.

Fig. 48. Auflösung. Die gegebene Seite wird halbirt, vom Halbirungspunkte a eine Senkrechte errichtet, a b auf die Senkrechte aufgetragen; so ist c der Mittelpunkt und b c der Radius des Kreises, in dem die Ecken des Quadrates liegen.

40. Aufg. Auf eine gegebene Linie ein regelmäßiges Fünf- bis Zwölfeck zu construiren.

Fig. 49. Auflösung. Fünfeck. Auf a b, als der gegebenen Seite des Fünfeckes, errichte man in a eine Senkrechte, und trage die Länge a b aus a und b durch zwei Bogenstücke auf; halbire die Linie a b in c und beschreibe aus c den Bogen d e, nehme die Länge e b in den Zirkel, und mache damit aus a und b zwei Kreisbögen, aus deren Schneidepunkt f mit dem Radius a b wieder der Bogen gezogen wird, wodurch man die Punkte g und h erhält.

Wird aus f mit dem Radius f b ein Kreis beschrieben, so kann die gegebene Länge a b zehnmal auf dessen Umfang aufgetragen werden.

Fig. 50. Auflösung. Sechs- und Zwölfeck. Beschreibt man über die gegebene Seite ein gleichseitiges Dreieck, so gibt c den Mittelpunkt und a b den Radius für den Kreis eines Sechseckes, und sein Durchmesser ist dann der Radius eines Kreises, auf dessen Umfang die gegebene Seite a b zwölfmal aufgetragen werden kann.

Fig. 51. Auflösung. Siebeneck. Ist a b die Seite eines regelmäßigen Siebeneckes, so wird die Linie a b verlängert, und a b von b nach c getragen, mit der Zirkelweite a c werden aus a und c Kreisbögen beschrieben, welche sich in d schneiden; aus d und c werden nun mit beliebiger Zirkelöffnung zwei Bogen gemacht, deren Schneidepunkt e mit a durch eine Gerade verbunden wird, und endlich mit a f aus a und b die Bogen errichtet, durch deren Durchschnittspunkt g man den Mittelpunkt für den Kreis des Siebeneckes erhält.

Fig. 52. Auflösung. Beim Achteck wird die gegebene Seite a b halbirt, und von c aus eine Senkrechte errichtet, von c aus a c nach d getragen, und d a aus d nach m gebracht, welches der Mittelpunkt, und a m der Halbmesser vom Kreise des Achteckes ist.

Fig. 53. Auflösung. Neuneck. Man errichte aus c, als dem Mittelpunkte von a b, eine Senkrechte, beschreibe aus a den Bogen b e, und gleichfalls aus b den Bogen a e, und bringe a c von e nach m.

Fig. 54. Auflösung. Zeheck. Halbire die gegebene Linie a b in c, errichte die Senkrechte a d gleich der Länge a c, verbinde d mit b durch eine Gerade, und ziehe die Senkrechte c e, trage ferner die Länge d e von b nach m; so gibt a m den Radius für den Kreis, in dessen Umfang a b zehnmal aufgetragen werden kann.

Fig. 55. Auflösung. Eilfeck. Ueber a b beschreibe das gleichseitige Dreieck a b c, fälle auf a b den Perpendikel c d, theile a b in 6 gleiche Theile, und trage 5 davon von c nach m.

41. Aufg. Wenn eine Seite für ein gleichseitiges Dreieck bis zum Zwölfecke gegeben ist, nach einer allgemeinen Methode die Kreise hiezu zu bestimmen.

Fig. 50. Auflösung. Man beschreibe von dem Punkte a und b der gegebenen Seite die beiden Kreisbogen mit der Zirkelöffnung a b, und errichte von deren Durchschnittspunkte eine Senkrechte auf dieselbe a b.

Ein Bogen z. B. c b wird dann in 6 gleiche Theile getheilt, und jeder dieser Theilungspunkte vom Punkte c aus durch einen Kreisbogen auf die Senkrechte übergetragen.

Die Punkte c, 7, 8, 9, 10, 11, 12 sind dann die Mittelpunkte, und a c, a 7, a 8, u. s. w. Die Radien der Kreise, worauf immer die Seite a b, 6, 7, 8mal u. s. f. aufgetragen werden kann.

Trägt man vom Punkte c durch einen Bogen den Punkt e nach 5, so ist dieses der Mittelpunkt für den Kreis des Fünfeckes; bringt man die halbe Länge der gegebenen Seite von d nach 4 und verbindet den Theilungspunkt f mit dem Endpunkte a durch eine Gerade, so erhält man in 3 und 4 den Mittelpunkt, und durch 3 a, 4 a und 5 a die Radien der Kreise, deren Peripherie die gegebene Seite a b 3, 4 und 5 mal enthält.

Fig. 56. Eine allgemeine Construktion, vermittelst welcher der Kreis nach der gegebenen Seite des Polygons bestimmt werden kann.

Auflösung. Die gegebene Seite a b wird verlängert, und mit dem Radius a b ein Halbkreis beschrieben, derselbe

in so viele Theile getheilt als das Vieleck Seiten bekommen soll; (hier z. B. in 7) vom zweiten Theilungspunkte c nach a eine Gerade gezogen; dann den Winkel c a b halbirt, und auf a b eine Senkrechte errichtet; so gibt der Schneidpunkt d der beiden Geraden den Mittelpunkt für den Kreis des Polygons.

Symmetrische Figuren.

Außer den regelmäßigen Polygonen wird auch jede durch Linien begrenzte ebene Flächenfigur eine symmetrische Figur genannt, wenn ihre Seiten und Winkel gleich geordnet sind, wie z. B. auf Blatt IX.

Unregelmäßige Polygone.

42. Aufg. Construktion eines ungleichseitigen Vieleckes. Fig. 58 und 59.

1. Auflösung. Unregelmäßige Vielecke können durch Diagonalen in Dreiecke zerlegt, und diese nach dem bestimmten Maaße einzeln aufgetragen, und so das Vieleck hergestellt werden.

Um das Trapezoid Fig. 58 zu zeichnen, betrachtet man die Diagonale als Seite zweier Dreiecke, wovon a und b die 2 Seiten des einen, und c, d die Seiten des andern sind; man trägt also von den Endpunkten der Diagonale e und f die Seiten a und b; deßgleichen c und d auf.

Auf dieselbe Weise wird das in Fig. 59 gegebene Vieleck übergetragen; man zieht zuerst die Seite 1 des Dreieckes a, und trägt dessen zweite und dritte Seite auf u. s. w.

Fig. 60.

2. Auflösung. Wenn die Winkel und Seitenlängen eines unregelmäßigen Vieleckes bekannt sind, so kann dasselbe gleichfalls dargestellt werden.

Bei einem ungleichseitigen Vierecke muß hiezu 1 Winkel und die 4 Seiten bekannt sein; beim Fünfecke aber 2 Winkel und seine 5 Seiten, und so nach der größeren Seitenzahl auch immer mehrere Winkel.

Um das Fünfeck Fig. 60 zu zeichnen, trägt man auf eine Gerade die Seite a auf, und von deren Endpunkten 1, 5, die beiden Winkel über.

Da in dem gegebenen Falle die beiden Winkel stumpfe sind, so ist es besser deren Nebenwinkel abzunehmen.

Man trägt dann von Seite 1 und 5 die Seitenlänge b und e auf, nimmt endlich die Seitenlänge c und d in den Zirkel, und beschreibt damit vom Punkte 2 und 4 die beiden Kreisbogen, deren Schneidepunkt 3 mit 2 und 4 durch gerade Linien verbunden wird, wodurch man die verlangte Figur erhält.

Fig. 61.

3. Auflösung. Ebenso kann auch ein ähnliches Vieleck durch eine einzige Linie gemessen und gezeichnet werden; nämlich man ziehe die Linie a b, fälle aus jedem Winkel eine Senkrechte auf dieselbe, und messe von a bis c und ebenso die Senkrechte c 1, dann a d und d 2 u. s. w.

Bringt man auf eine Gerade nach dem gefundenen Maaße die Punkte c d e f g, und trägt die Maaße der darauf errichteten Senkrechten auf; so wird durch Verbindung deren Endpunkte dann ein ähnliches Vieleck dargestellt.

Die Gerade a b wird Abscissenlinie, und die darauf gesetzten Senkrechten werden rechtwinkelige Ordinaten genannt.

Auch eine krumme Linie kann auf dieselbe Weise gemessen und gezeichnet werden.

43. Aufg. Es soll über eine gegebene Linie A ein Vieleck gezeichnet werden, welches einem gegebenen, auf dem Papiere dargestellten Vielecke ähnlich ist.

Fig. 62.

1. Auflösung. Im Falle das gegebene Vieleck zur Construktion selbst benützt werden kann, so ziehe man aus c nach den Endpunkten Diagonalen, trage diejenige Seite worüber das gegebene Vieleck gezeichnet werden soll, im Falle dieser die Seite b entspricht, von a nach b, ziehe an b parallel mit a d die Linie b e und aus e die Linie 1 parallel mit a b, ebenso die Linie 2 parallel mit f u. s. w., hiedurch entsteht das Vieleck d e g i l, welches dem gegebenen Größeren ähnlich ist.

Fig. 62, 63 und 64.

2. Auflösung. Kann aber die Fläche, auf welcher sich das gegebene Vieleck befindet, nicht benützt werden, so construire man sich einen Winkelmaaßstab auf folgende Weise:

Fig. 63. Man ziehe eine Linie C I., beschreibe aus C mit der Seite a c einen Bogen, auf diesen trage von A, A B = der gegebenen Größe, und verbinde C mit B; der Winkel C, A B bildet alsdann den Winkelmaaßstab.

Man zerlege sofort das gegebene Vieleck durch Diagonalen in die Dreiecke, bezeichne die Seiten derselben wie in Fig. 62 und nehme die Größe dieser Seiten nach einander in den Zirkel, und trage selbe durch Kreisbögen von C in den construirten Winkelmaaßstab; so werden die Abstände A B, d 1, e 1, die Länge der drei Seiten des ersten Dreieckes von dem im kleinen zu zeichnenden Vieleckes geben, f 2, g 2 die Seiten des zweiten Dreieckes u. s. w.

Aufgaben über krumme Linien.

Der Kreis.

44. Aufg. Den Mittelpunkt eines Kreises zu finden.

Fig. 65.

1. Auflösung. Man ziehe durch drei beliebige Punkte des Umkreises die Sehnen a b und b c, und errichte auf die Mitte derselben eine Senkrechte d e und f g; so ist ihr Durchschnitt in m der Mittelpunkt des Kreises.

Fig. 66.

2. Auflösung. Im Falle man aber den Umfang des Kreises nicht überschreiten könnte oder dürfte, so halbirt man zuerst die Sehne a b und b c, und errichtet die Senkrechte aus den Halbirungspunkten; oder man zieht wie in Fig. 66 ohngefähr in die Mitte des Kreises eine Sehne a b, nehme von Außen zwei gleich weit entfernte Punkte c und d, und errichte aus diesen Punkten die Senkrechte e f; so ist e f der Durchmesser, welcher in zwei gleiche Theile getheilt den Mittelpunkt gibt.

45. Aufg. Fig. 67. Man soll durch drei gegebene Punkte einen Bogen oder Kreis beschreiben.

Auflösung. Schon aus der vorigen Aufgabe ist ersichtlich, daß jeder Kreis durch 3 Punkte bestimmt ist; es kann daher auch nach obigem Verfahren durch drei willkürliche, nur nicht in einer geraden Linie liegenden Punkte, welche man sich durch Gerade verbunden denkt wie bei Fig. 65, der Mittelpunkt eines Kreises gefunden werden, in dessen Peripherie die drei Punkte liegen.

46. Aufg. Fig. 68. Es soll um ein gegebenes Dreieck a b c ein Kreis beschrieben werden in dessen Peripherie die Ecken desselben liegen.

Auflösung. Betrachtet man zwei Seiten dieses Dreieckes als Sehnen, so kann auch bei dieser Aufgabe obiges Verfahren gleiche Anwendung finden.

Tangenten zum Kreis.

Beim Kreis sowie bei andern Curven sind 3 verschiedene Fälle in Hinsicht des Ziehens von Tangenten möglich; entweder

1) an einen gegebenen Punkt des Kreisumfanges die Tangente zu ziehen, oder
2) von einem außerhalb, jedoch in derselben Ebene des Kreises liegenden Punkte die Berührungspunkte der Tangenten zu bestimmen, und
3) mit einer in gleicher Ebene des Kreises liegenden Geraden Tangenten zum Kreise zu ziehen, sowie ihre Berührungspunkte zu bestimmen.

47. Aufg. Fig. 69. An den gegebenen Punkt a des gegebenen Kreises soll eine Tangente gezogen werden.

Auflösung. Man ziehe nach a vom Mittelpunkte aus eine Gerade, und errichte vom Punkte a aus eine Senkrechte; so ist a d die gesuchte Tangente, und die vom Berührungspunkte a auf der Tangente senkrecht stehende Gerade wird Normallinie oder Normale der Tangente genannt.

48. Aufg. Fig. 70. Es sollen von einem außerhalb eines Kreises befindlichen Punkte a, Tangenten an den Kreis gezogen werden.

Auflösung. Man verbinde den gegebenen Punkt mit dem Mittelpunkte des Kreises durch eine Gerade, halbire diese in b und beschreibe aus b durch m einen Kreis; die Durchschnittspunkte c d sind dann die Berührungspunkte, an welche vom Punkte a aus die Tangenten gezogen werden, und d m, c m sind die Normalen derselben.

49. Aufg. Fig. 71. Mit einer gegebenen Geraden a b parallel Tangenten an den Kreis zu ziehen, deren hier, wie im vorigen Falle, zwei möglich sind.

Auflösung. Man errichte aus dem Mittelpunkte m eine Senkrechte, welche die Normale für beide Tangenten ist, die jetzt von c und d aus als deren Berührungspunkte parallel mit a b gezogen werden können.

50. Aufg. Man soll Tangenten ziehen, welche zwei Kreise berühren.

Fig. 72. 1. Auflösung. Man verbinde durch die Linie a b beide Mittelpunkte, ziehe die zwei Halbmesser a c und b c parallel laufend, deren Endpunkte man durch die Gerade c c verbindet, welche gehörig verlängert a b in d schneidet; so können von d aus die den beiden Kreisen gemeinschaftlichen Tangenten gezogen werden, deren beide Kreise berührende Normalen o a, o b und p a, p b sind.

Fig. 73. 2. Auflösung. Könnte die Linie nicht genügend verlängert werden, oder wäre der Halbmesser der gegebenen Kreise nicht viel verschieden, wäre ferner der Winkel bei d sehr klein, und könnte der Punkt nicht genau bestimmt werden, so kann man sich dieser 2. Lösung bedienen:

Man trage nämlich am beliebigen Radius d b des größern Kreises, von d aus den Halbmesser des kleinern a c auf, beschreibe durch den aufgetragenen Punkt c aus b einen Kreis, und ziehe an diesen von a aus Tangenten; mit welchen dann die eigentlichen Tangenten parallel gezogen, und deren Normalen a e, a e′ bestimmt werden können.

51. Aufg. Fig. 74. Zwischen 2 nicht parallelen Linien sollen Kreise beschrieben werden, welche sich, und die Geraden berühren.

Auflösung. Ziehe die Gerade e f, welche den Winkel der beiden gegebenen Geraden in 2 gleiche Theile theilt, und auf welcher alle Mittelpunkte der Kreise liegen müssen.

Wäre nun g der Mittelpunkt eines ersten Kreises, so ist sein Radius eine Senkrechte (Normale) auf a b, und kann beschrieben werden; h ist der Berührungspunkt des nächsten Kreises, dessen Radius man erhält, wenn man von h eine Senkrechte h i auf e f errichtet, den Zirkel in i einsetzt, und i h nach k trägt.

Von k eine Senkrechte auf a b gibt in l den Mittelpunkt, und in l k den Radius des nächsten Kreises; so fortgesetzt erhält man immer die Radien und Mittelpunkte für alle nachfolgenden Kreise.

52. Aufg. Fig. 75. Einen Kreis in ein Dreieck zu beschreiben, so daß die drei Seiten desselben Tangenten zum Kreise sind.

Auflösung. Wenn man zwei Winkel in a und c halbirt, so schneiden sich die Halbirungslinien in m, dem Mittelpunkte des Kreises, dessen Radius m d eine Senkrechte auf eine der Seiten ist.

Zeichnung der Ovalen.

Die Ovale ist eine krumme, in sich selbst zurückkehrende, aus einer bestimmten Anzahl von Kreisstücken (gewöhnlich aus 4 oder 8 Kreisbogen) bestehende Linie.

Wird eine Ovale durch ihre beiden rechtwinkelig zusammengestellten Hauptdurchmesser in 4 gleiche Theile getheilt, so heißt dieß eine Ovale im engern Sinne.

Der große Durchmesser wird dann die große, der andere die kleine Achse und der Durchschnittspunkt der beiden Achsen, der Mittelpunkt genannt; jede durch den Mittelpunkt gehende Gerade aber heißt Sehne.

Eine Ovale, welche durch ihre beiden Achsen nicht in 4 gleiche Theile getheilt wird, heißt nur im weitern Sinne Ovale, im engern aber Eilinie.

53. Aufg. Eine Ovale zu zeichnen, deren große Achse a b gegeben ist.

Fig. 76. 1. Auflösung. Man theile a b in 3 gleiche Theile, nehme einen Theil als Radius, und beschreibe damit aus dem Punkte 1 und 2 Kreisbögen, welche sich in c und d durchschneiden, ziehe nun von c und d nach 1 und 2 die Gerade c e und d e, so gibt c und d den Mittelpunkt, woraus der Bogen e e mit dem Halbmesser d e und c e beschrieben werden kann.

Fig. 77. 2. Auflösung. Theile a b in 4 gleiche Theile, und ziehe mit dem Radius a 1 aus 1, 2 und 3 die drei Kreise; ziehe ferner aus 1 und 3 nach den Schneidpunkten c die Geraden, deren Durchschnitte d d die Mittelbogen für die Bogen e e geben.

Fig. 78. Sollte das Ovale breiter werden, so wird vom Punkte 2 eine Senkrechte errichtet, und von f f die Geraden nach 1 und 3 gezogen, wodurch man in f f die Mittelpunkte für die Bogen g g erhält.

54. Aufg. Fig. 79. Construktion einer Ovale, deren Breite oder kleinere Achse bestimmt ist.

Auflösung. Theile a b in 6 gleiche Theile, und errichte auf deren Mitte rechtwinklig die große Achse, worauf man 1 oder 2 Theile der Breite in c aufträgt; und von den Theilpunkten 1 und 5 Gerade nach c führt, dann aus 1 und 5 mit 1 b und 5 a die Kreisbogen a d und b d, und endlich aus c mit c d den Bogen d d beschreibt.

55. Aufg. Fig. 80. Eine Ovale zu zeichnen, wenn beide Achsen a b und c d gegeben sind.

1. Auflösung. Sind beide Achsen a b und c d rechtwinkligt zusammengestellt, so ziehe die Linie a c, beschreibe aus a den Bogen m e und aus m den Bogen c f; fasse die Linie e f in den Zirkel und trage sie aus a in g und ebenso aus b in g; beschreibe aus g g die Bogen a h und b h und

durchschneide beide Bogen mit der nämlichen Zirkelöffnung aus a in h und aus b in h, ziehe endlich die Gerade h g i, wo diese die Achse c d in i schneidet, wird dann aus i mit dem Radius i h der Bogen h c h beschrieben.

2. Auflösung. Man setze beide Achsen rechtwinkligt zusammen, und beschreibe mit dem Halbmesser der kleinen Achse aus m einen Kreis, welcher die große Achse in e schneidet; ziehe von a nach c eine Gerade, und trage auf selbe die Entfernung a e von c nach f; errichte dann auf der Mitte von a f eine Senkrechte, welche die große Achse in g, und die kleine in h schneidet; so ist g der Mittelpunkt für den Bogen a i, und aus h wird der Bogen i c beschrieben.

56. Aufg. Fig. 81. Eine Ovale, deren beide Achsen gegeben sind, aus 8 Kreisbogen zu beschreiben.

Auflösung. Sind die Achsen a b und c d rechtwinklig zusammengesetzt, so trägt man die halbe kleine Achse c m von b nach e, halbirt m e in g, und bringt g e nach f, trägt dann von m aus nach c und d fünf solche Theile in h, und zieht die Gerade h g, auf welcher man von h zwei solche Theile in i aufträgt und i mit f durch eine Gerade verbindet, f ist dann der Mittelpunkt für den Bogen b k, i der Punkt, woraus k l gezogen, und aus h wird der Bogen l l beschrieben.

57. Aufg. Fig. 82. Eine Eilinie zu zeichnen, deren Breite a b bestimmt ist.

Auflösung. Es wird auf der Mitte der Linie a b eine Senkrechte errichtet, und aus d mit dem Radius d a ein Kreis beschrieben, von a und b Gerade nach c geführt, und mit der Zirkelöffnung a b aus a und b die Bogen a e und b e beschrieben, und endlich aus c der Bogen c e gemacht.

58. Aufg. Fig. 83. Eine Eilinie, deren Länge a b gegeben ist, soll gezeichnet werden.

Auflösung. Die Länge a b wird in 6 gleiche Theile getheilt, aus dem 2. Theilpunkte eine Wagrechte geführt, und ein Kreis mit der Zirkelweite 2 a aus 2 beschrieben; 3 Theile werden dann von c nach d getragen, und die Geraden von d nach 4 gezogen, vom Schneidepunkt e gleichfalls Gerade nach

5 geführt, und aus d der Bogen c f beschrieben, e und 5 sind dann die Mittelpunkte für den Bogen f g und g g.

59. Aufg. Fig. 84. Eine Eilinie soll gezeichnet werden, deren Breite sich zur Länge wie 8 zu 11 verhält.

Auflösung. Die halbe Breite c e wird von e nach a, und von b nach f getragen; durch e eine Wagrechte geführt, und aus e der Halbkreis c a d beschrieben, die Länge e f in 3 gleiche Theile getheilt, 2 Theile hievon von c und d nach i gebracht, von i nach dem Punkte g eine Gerade geführt, und von i auf diese Gerade 2 Theile in k, und von b in h aufgetragen, und gleichfalls die Gerade k h gezogen. Aus i kann dann der Bogen d l aus k, l m, und aus h der Bogen m b beschrieben werden.

Die Ellipse.

Die Ellipse unterscheidet sich von der Ovale darin, daß sie nicht, wie diese mit dem Zirkel aus einer bestimmten Anzahl Kreisbogen beschrieben werden kann, sondern es müssen hier mehrere einzelne Punkte bestimmt, und selbe in eine fortlaufende Curve vereiniget werden.

Ferners besitzt die Ellipse eine Eigenschaft, worin sie sich wesentlich von allen andern Curven unterscheidet; nämlich wird an irgend einer Stelle in ihrer Peripherie ein Punkt angenommen (siehe Fig. 86), so ist die Summe Größe o e und o e′ der Entfernung von zwei auf der großen Achse befindlichen Punkten e e′ Brennpunkte genannt, überall dieselbe, und gleich der großen Achse a b.

60. Aufg. Fig. 85. Construktion der Ellipse auf die eben angeführte Eigenschaft derselben gegründet.

Auflösung. Nachdem beide Achsen rechtwinkelig zusammengestellt sind, werden die Brennpunkte der Ellipse bestimmt; nämlich man nimmt die halbe große Achse a m in den Zirkel, und beschreibt aus dem Endpunkte c der kleinen Achse einen Bogen, der die große Achse in e e′ schneidet, welches die Brennpunkte sind; ferners nimmt man auf der großen Achse a b von m bis zu einem der Brennpunkte e die Punkte

1, 2, 3 ꝛc. in beliebiger Weite von einander an, nehme dann das Stück b 1, und beschreibe aus jedem der Brennpunkte innerhalb a und b Kreisbögen, nehme ferner das übrig gebliebene Stück a 1 der Achse a b in den Zirkel, und durchschneide die Bogen aus den Brennpunkten in I I; so sind I I Punkte, welche im Umfange der Ellipse liegen.

Mit b 2 werden dann ebenso aus beiden Brennpunkten die Bogen beschrieben, und mit dem Reste a 2 aus e e′ die Bogen in II II durchschnitten, und so fortgesetzt, wodurch man immer 4 mal so viel Punkte I, II, III erhält, als man auf der großen Achse Theile 1, 2, 3 angenommen hat. Diese Punkte werden dann mit freier Hand, oder mittelst eines eigens hiezu verfertigten Chablons vereiniget.

61. Aufg. Fig. 86. Construktion der sogenannten Gärtner-Ellipse.

Auflösung. Nachdem man die Achsen rechtwinkelig zusammengesetzt, und die Brennpunkte in e e′ bestimmt hat, schlägt man in beide Brennpunkte kurze Stifte oder Nadeln, und befestiget an dieselben eine Schnur oder Faden von der Länge e d e′, hält dann an dieselbe bei d einen farbigen Stift, und beschreibt damit die Ellipse, indem man den Stift mit stets gleicher Anspannung der Schnur herumführt.

62. Aufg. Fig. 87. Construktion der Ellipse, darauf beruhend, daß die Projektion eines Kreises auf einer zu seiner Ebene nicht parallelen Darstellungs-Ebene eine Ellipse wird.

Auflösung. Sind beide Achsen rechtwinkelig zusammengesetzt, so beschreibe man mit der halben großen a b und der kleinen Achse b c aus b Kreise, theile den großen Kreis in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, hier z. B. in 12; und ziehe von den Theilpunkten nach b die Durchmesser 1, 1, 2, 2, welche den kleinen Kreis in I, I, II, II, schneiden. Aus den Punkten 1, 1 der großen Achse ziehe Parallele mit der kleinen Achse, und aus den Schneidepunkten I, I gleichlaufende Linien mit der großen Achse; so sind die Durchschnitte dieser Linien in d, 4 Punkte, die der Ellipse angehören; auf gleiche Weise wird mit den Punkten 2, 2 verfahren.

63. Aufg. Fig. 88. Zeichnung der Ellipse mittelst der Vorrichtung mit einem Winkelmaaße.

Auflösung. Man trage auf ein Lineal von a nach b die halbe große Achse, und von a nach c die halbe kleine auf, und befestige bei b und c kurze eiserne Stifte, bei a aber einen farbigen Stift, lege ein Winkelmaaß an m d und m e und führe das Lineal durch Anhalten der beiden Stifte b c an das Winkelmaaß so herum, daß der farbige Stift a die Linie d g beschreibt, wodurch man den vierten Theil der Ellipse erhält, und den übrigen Theil derselben, nach demselben Verfahren beschreiben kann.

64. Aufg. Fig. 89. Bestimmung der Tangente, wenn der Punkt in der Ellipse gegeben ist.

Auflösung. Man ziehe von dem Brennpunkte e und e′ gerade Linien nach dem Punkte o, verlängere eine derselben z. B. o e über die Ellipse hinaus, und halbire den Winkel, welcher jetzt die verlängerte e o mit e′ o macht; so gibt die vom Halbirungspunkte f nach o gezogene Gerade die gesuchte Tangente.

65. Aufg. Fig. 90. Bestimmung der Tangente, wenn der Punkt außerhalb der Ellipse gegeben ist.

Auflösung. In diesem Falle sind immer 2 Tangenten möglich. Ist o der gegebene Punkt, so beschreibe aus o durch einen der Brennpunkte, z. B. durch e′, einen Kreisbogen, diesen Bogen durchschneide man mit einem andern, dessen Radius die große Achse a b ist, aus dem andern Brennpunkte e, von den Durchschnittspunkten f g, ziehe man Gerade nach dem Brennpunkte e, welche die Ellipse in i h schneiden, und die gesuchten Tangirungspunkte sind, an welche die Tangenten von o aus geführt werden können.

66. Aufg. Fig. 91. Wenn die Tangente durch die Richtung einer Linie gegeben ist.

Auflösung. Um die Berührungspunkte der Tangente zur Ellipse zu bestimmen, ziehe man mit der gegebenen Richtung a b eine parallele Sehne in der Ellipse, halbire sie, und verbinde den Halbirungspunkt c mit dem Mittelpunkte d durch

eine Gerade; so sind die Schneidepunkte o o' die Berührungspunkte.

67. Aufg. Fig. 92. In einer Ellipse ihren Mittelpunkt und ihre Achsen zu bestimmen.

Auflösung. Man ziehe in der Ellipse 2 parallele Sehnen a a, b b, halbire jede derselben, vereinige ihre Halbirungspunkte durch eine Gerade, bis sie c d, die Endpunkte der Ellipse treffen, theile diese Gerade in zwei gleiche Theile, wodurch man in m den Mittelpunkt erhält.

Um die große Achse zu erhalten, beschreibe aus m einen Kreisbogen, der die Ellipse an zwei Punkten schneidet, ziehe von f g eine Gerade, halbire diese, und verbinde den Halbirungspunkt mit dem Mittelpunkte m; so ist dieß die große Achse.

68. Aufg. Fig. 93. Es soll von einem, außerhalb der Ellipse gegebenen Punkte o eine Normale gezogen werden.

1. Auflösung. Verbindet man o mit den beiden Brennpunkten e e' durch die Geraden o e, o e', so schneiden diese die Ellipse in g und f; verbindet man g mit e' und f mit e, ferner den Punkt o mit dem Schneidepunkt h; so gibt o h die gesuchte Normale, oder Senkrechte von dem Punkte o auf die Ellipse; nach welcher die Zusammenfügung bei elliptischen Gewölben geschehen muß.

2. Auflösung. Ist der Punkt auf der Ellipse gegeben, so wird die Normale dadurch bestimmt, daß man von den Brennpunkten e e' nach p Gerade führt, und den dadurch erhaltenen Winkel p c d halbirt; so ist p r die verlangte Senkrechte.

Schnecken- oder Spirallinien.

Wenn sich ein Punkt um einen andern festen Punkt so herum bewegt, daß er sich diesem nach einem bestimmten Gesetze nähert, oder von ihm entfernt, so beschreibt der bewegliche Punkt eine krumme Linie, Spiral- oder Schneckenlinie genannt.

Es gibt Spirallinien, deren Windungen immer in gleicher Entfernung bleiben, und solche, deren Windungen nach Außen sich erweitern.

Bei letzteren kann nur immer ein Kreisbogen der Spirale aus dem hiezu bestimmten Punkte beschrieben werden, während die Windungen der ersteren beliebig fortgesetzt werden können, indem man immer wieder dieselben Punkte der Reihe nach als Mittelpunkte für die fortzusetzenden Windungen benützt.

69. Aufg. Es soll eine aus halben Kreisbögen zusammengesetzte Spirale beschrieben werden.

Fig. 94. 1. Auflösung. Die Entfernung der Bewegung der zu zeichnenden Spirale sei z. B. a b, so beschreibe auf eine Gerade aus c einen Halbkreis, dessen Durchmesser a b gleich ist; setze den Zirkel in d, und beschreibe mit d e einen zweiten Halbkreis, dann wieder aus c mit c f den dritten, aus d mit d g den vierten, und so fort, wodurch die Spirale beliebig fortgesetzt werden kann.

Fig. 95. 2. Auflösung. Ist die Größe einer Spirale, deren Windungen sich nach Außen erweitern sollen, durch die Linie a b, bestimmt, so theile man a b in 8 gleiche Theile, und beschreibe auf eine Gerade einen Kreis, dessen Durchmesser $\frac{1}{8}$ Theil derselben beträgt, theile den Durchmesser in 6 gleiche Theile, und bezeichne dieselbe, wie in Figur 95 mit 6, 4, 2, 1, 3 und 5.

Aus 1 beschreibe mit dem Radius 1, 6 den ersten Halbkreis, aus 2 mit 2 c den zweiten, und aus 3 mit 3 d, aus 4 mit 4 e, den dritten und vierten Halbkreis u. s. w.

70. Aufg. Fig. 96. Eine aus Quadranten bestehende Spirale zu construiren.

Auflösung. Die Entfernung der Bewegung sei a b, theile a b in 4 gleiche Theile, und zeichne ein Quadrat dessen Seite $\frac{1}{4}$ von a b gleich ist; aus 1 mit 1, 4 beschreibe den Quadranten 4, c, aus 2 mit c 2 den Quadranten c d, aus 3 mit d 3, d e, dann aus 4 mit e 4 den Quadranten e f, dann wird wieder mit f 1 angefangen, und so beliebig fortgesetzt.

71. Aufg. Fig. 97. Eine aus Sextanten bestehende Spirale zu zeichnen.

Auflösung. Ist die Entfernung der Bewegung in A B bestimmt, so theile A B in 6 gleiche Theile, construire ein regelmäßiges Sechseck, dessen Seite $\frac{1}{6}$ Theil von A B gleich ist; verlängere willkürlich die Seiten des Sechseckes, und beschreibe aus 1 den Bogen 6 a, aus 2 mit a 2 den Bogen a b, aus 3 das Kreisstück b c, u. s. w., bis die 6 Punkte genommen; dann wird wieder mit f 1 angefangen.

72. Aufg. Eine ovale Spirale zu construiren.

Fig. 98. 1. Auflösung. Construire unter einem Winkel von 45° das Rechteck a b c d, dessen Breite zur Länge sich wie 1 zu 3 verhalten muß.

Aus a mit a c beschreibe das erste Kreisstück c 1, aus b mit b 1, das Kreisstück 1,2, aus c mit c 2 das Kreisstück 2, 3 u. s. w.

Fig. 99. 2. Auflösung. Construire gleichfalls unter einem Winkel von 45° ein Rechteck, welches sich wie 1 zu $1\frac{1}{2}$ verhält, und beschreibe aus a mit a d den Bogen d 1, aus b mit b 1, den Bogen 1, 2, aus c mit c 2 den Bogen 2, 3, aus d mit d 3 den Bogen 3, 4 u. s. w.

Ueber die allgemeine technische Behandlung des Linearzeichnens.

Zum Zeichnen überhaupt wären Localitäten mit Fenstern gegen die Nordseite die zweckmäßigsten. Am geeignetsten wird beim Linearzeichnen der Zeichnungstisch mit seiner Breitenseite an ein Fenster, oder wo dieses nicht möglich ist, doch so gestellt, daß das Licht von der Linken zur Rechten einfällt.

Das Reißbrett soll eben auf dem Tische liegen, weßhalb auch das Sitzen beim Zeichnen nicht statt finden kann, da der freie Gebrauch der Instrumente dadurch gehindert, und auch der Ueberblick über das ganze Blatt erschwert würde.

Auch elastische Unterlagen sind hiezu nicht zu gebrauchen, indem sie den Gebrauch des Lineals und Winkels erschweren, die Bleistiftstriche unsicher machen, und das Eindringen der

Zirkelspitze eher begünstigen würden; weßhalb auch das Papier blos auf dem ebenen Reißbrette befestiget wird.

Beim Zeichnen der Linien mit dem Lineale und Winkel ist besonders darauf zu sehen, daß man die Linien nicht auf der Seite, wo der Schatten hinfällt, sondern immer auf der entgegengesetzten Seite zieht, da man im Schatten nicht so gut sieht wie im Lichte.

Alles Ueberflüßige soll vom Arbeitstische entfernt werden, jedes Instrument und Material seinen bestimmten Platz einnehmen und frei vom Staub rein erhalten werden. Ordnung, Reinlichkeit und die strengste Genauigkeit sind wesentliche Bedingungen beim Linearzeichnen.

Ehe mit dem Reinzeichnen der geometrischen Aufgaben begonnen werden kann, müssen dieselben zuerst auf unaufgespanntem gewöhnlichen Schreibpapiere, sowohl mit Bleistift, sowie auch mit Tusch gezeichnet, und so lange geübt werden, bis man im Stande ist, dieselben aus dem Gedächtnisse zu construiren.

Zur Förderung dieses Zweckes werden gewöhnlich in Schulen diese Aufgaben vom Lehrer auf die Tafel gezeichnet, erläutert und zugleich von den Schülern nachgearbeitet.

Nach vorausgegangener Uebung dieser Aufgaben wird dann zum Reinzeichnen für ein Blatt eine Anzahl derselben gewählt, und in beliebiger Reihenfolge in passender Größe gezeichnet.

Hiebei sollen dieselben, so viel wie möglich, symmetrisch eingetheilt, nicht zu sehr zusammengedrängt und auch nicht zu klein gezeichnet werden.

Damit man Stellung und entsprechende Größe der zu zeichnenden Figuren, sowie deren Reihenfolge besser ordnen kann, so ist es zweckmäßig, sich zuvor eine kleine Skizze auf ordinärem Papiere zu entwerfen, um nicht genöthiget zu sein, auf dem aufgespannten Papiere Veränderungen vornehmen zu müssen, und dasselbe durch vieles Auswischen zu verderben.

Ist dieses geordnet, so beginnt man mit der Eintheilung des aufgespannten Papieres (siehe Blatt I.);

nämlich man halbirt die Papierbreite, indem man mit einer Oeffnung des Stockzirkels von beiläufig der Hälfte der Breite aus den vier Eckpunkten A die Kreisbogen A B beschreibt, zwischen B B den Halbirungspunkt C sucht, und C C durch eine Gerade verbindet, welche die Papierbreite in zwei gleiche Theile theilt.

Auf die Mitte dieser Linie wird ein rechter Winkel errichtet, indem man von den Punkten C C die beliebig gleichen Abschnitte C D macht, und aus D D mit möglichst großer Zirkelweite ober- und unterhalb Kreisbögen beschreibt, durch deren Durchschnittspunkte E E man die Senkrechte erhält.

Diese beiden Geraden dienen als Anhaltslinien, nach welchen alle Senk- und Wagrechten mit Benützung des Lineals und Winkels parallel gezogen werden müssen.

Weiters wird der für die Zeichnung zu benützende Papierraum durch Linien abgegrenzt; nämlich die 4 Rahmlinien parallel laufend mit der senk- und wagrechten Linie, und zwar so gezogen, daß von den Rahmlinien noch ein leerer Papierraum von $1\frac{1}{2}''$—$2''$ Breite übrig bleibt, mit Abrechnung jedoch des aufgeklebten fingerbreiten Papierrandes.

Um die Rahmlinien genau zu bekommen, nimmt man die halbe Breite F G in den Zirkel, und trägt dieselbe auf der Linie C C von F durch die Bogenstücke F G auf; ebenso beschreibt man mit der halben Länge H I auf der Linie E E von H die Kreisbogen H I, und zieht an den äußersten Berührungspunkten der Kreisbogen immer paar und paar die Rahmlinien.

Nun theilt man den für die Zeichnung bestimmten Papierraum in so große und viele Theile, als erforderlich sind, die festgesetzte Anzahl der Aufgaben zu fassen (hier bei Blatt I. die Breite in 3, und die Länge in 4 Theile), und beginnt mit dem Aufzeichnen der Figuren selbst, indem man die erste in die oberste Abtheilung linker Hand setzt und so fortfährt.

Im Falle eine Anzahl verschiedener Aufgaben gegeben wäre (z. B. Blatt II.), welche in einer durch Maaße bestimmten Größe gezeichnet werden sollen, wozu die Größe des Papierraumes und die des Maaßstabes bestimmt wäre; so wird

der Maaßstab, der hier in $\frac{1}{12}$ wirklicher Größe des bayerischen Duodecimalmaaßes angenommen ist, auf einen der äußern Papierränder gezeichnet, das Papier wie oben eingetheilt, und die gegebene Länge und Breite der Rahme nach dem Maaße in obiger Weise aufgetragen; ebenso der Papierraum eingetheilt, dann die Grundlinien sämmtlicher Figuren gezogen, und das Zeichnen derselben nach dem Maaßstabe ausgeführt, worauf endlich der Maaßstab an seinem gehörigen Platze übergetragen wird.

Beim Zeichnen mit Bleistift ist besonders darauf zu achten, daß

1) das Aufdrücken und Anfeuchten des Stiftes im Munde vermieden bleibt; theils um dunkle Striche zu vermeiden, theils weil sonst überflüßig gezogene Linien sich schwer ausreiben lassen.

   Auch gerade Linien, sowie Kreisbogenstücke sollen länger gezogen werden, als sie wirklich sein müssen, damit man beim Ausziehen mit Tusch ihre Begegnungspunkte nicht übersieht; ebenso sollen alle Hilfslinien mit Bleistift ganz ausgezogen, und erst beim Tuschziehen durch unterbrochene Striche (gestrichelt) angegeben werden.

   Ueberhaupt muß Alles zuerst mit Bleistift gezeichnet werden, ehe man mit Tusch auszieht, und es kann nur bei solchen Kreisen eine Ausnahme hievon gemacht werden, die mit andern Linien in keiner Verbindung stehen, oder auf deren Peripherie keine Theilungen vorzunehmen sind.

2) Da bei einer guten Zeichnung keine Zirkelstiche sichtbar sein sollen, so muß der Zirkel mit den 3 Fingern, Daumen, Zeig- und Mittelfinger subtil geführt, und immer oben am Kopfe gefaßt werden; nämlich so, daß seine Spitzen bei Theilungen, oder beim Auftragen der Maaße, so viel wie möglich senkrecht auf der Papierfläche stehen.

Um jedoch die Zirkelstiche leichter sehen zu können, werden dieselben sogleich umkreiselt, das heißt ein feiner Kreis mit freier Hand um die Zirkelstiche gemacht.

Kreislinien müssen in einem Zuge und nach einer Richtung beschrieben werden, wobei der Anfänger sich die Fertigkeit aneignen soll, anfänglich selbst ohne Nadeleinsatz deren Mittelpunkte möglichst zu schonen.

Das Ausziehen mit Tusch geschieht, nachdem die Zeichnung mit Bleistift vollendet ist. Zu diesem Zwecke werden die Bleistiftstriche leicht ausgewischt, so daß man sie noch gut unterscheiden kann, wodurch der auf der Oberfläche sich befindliche Graphit entfernt wird, und die Linien den Tusch leichter annehmen.

Zuerst werden alle Kreise, dann die geraden Linien, und zwar die nach einer Richtung parallelen unmittelbar nacheinander ausgezogen, und zuletzt die Rahmlinien.

Das Aufreiben des Tusches geschieht, indem man einige Tropfen Wasser in die Schale bringt und denselben aufreibt, bis die aufgeriebene Masse eine gewisse schwarz scheinende Consistenz bekommt, damit die ausgezogenen Linien schön schwarz dastehen, was zur Deutlichkeit und Schönheit einer Linear-Zeichnung wesentlich beiträgt.

Nach dem Aufreiben müssen die Tusch- und Farbenstücke mit Papier oder einem Läppchen abgetrocknet werden, indem sonst Risse an den nassen Stellen der Farbstücke entstehen, die sich allmählig zerbröckeln, wodurch selbe beim Aufreiben grieslicht und unrein, und somit dadurch gänzlich unbrauchbar würden.

Auch soll immer bloß so viel Tusch aufgerieben werden, als man auf einmal verarbeitet, da aufgeriebener in der Schale trocken gewordener Tusch nicht mehr gut zu benützen ist, indem er beim Aufreiben mit Wasser unrein wird, und sich auflöst, wenn man über eine mit solchem Tusche gezogene Linie mittelst des Pinsels eine Farbe aufträgt.

Daher unterlasse man nicht, nach jedesmaligem Gebrauche die Schale wieder rein auszuwaschen.

Ehevor die Zirkelreißfeder angesteckt wird, öffnet man ein wenig die Schraube der Blätter, und taucht die Spitze der Feder zuerst in Wasser, spritzt dieses wieder aus, und dann erst in den aufgeriebenen Tusch, den sie dadurch leichter ansaugt,

wischt hierauf die Außen-Seiten der Blätter mittelst eines leinenen Läppchens ab, und schraubt die Blätter enger oder weiter zusammen, je nachdem man feinere oder dickere Linien zu ziehen hat, und probirt die Feder am Rande des Papiers.

Kreise müssen in einem Zuge und nach einer Richtung ausgezogen werden, und wieder genau aufhören, wo angefangen wurde; denn wenn man ein Stück weit doppelt zieht, so wird es dort dicker.

Beim Ziehen gerader Linien wird das Lineal mit seiner Facette nach unten auf das Papier gelegt, um das Anhängen des Tusches an die untern Kanten zu vermeiden, was Klexe verursachen würde.

Die gestrichelten Linien werden am einfachsten und leichtesten mit kurzen Strichen und Zwischenräumen von gleicher Länge, wie die Striche ausgeführt.

Vor dem Ziehen der Rahmlinien werden die hie und da zu lange gezogenen Linien oder Tuschspritzer mittelst das Radirmessers hinweggeschafft.

Das Radiren darf nur allmählig, und nicht mit der Spitze des Messers geschehen. Hiezu kann man sich auch des sogenannten Radir-Gummi elasticum bedienen.

Größere Flecken oder fehlerhafte Stellen werden mittelst des Schwammes herausgewaschen.

Das Papier nämlich wird zuerst an solchen Stellen befeuchtet, und mit dem Schwamme leicht über die Oberfläche hin und her gefahren, dann der Schwamm öfters ausgedrückt und in reinem Wasser ausgewaschen, und mit dem Hin- und Herwaschen so lange fortgefahren, bis diese fehlerhafte Stelle entfernt ist.

Soll auf dieser Stelle wieder gezeichnet werden, so muß man selbe mit Alaunwasser mittelst Pinsel oder Schwamm überstreichen, wozu der Alaun gestoßen und in reinem Wasser aufgelöst wird.

Dieses Radiren und Auswaschen soll aber so viel wie möglich ganz unterbleiben, besonders an solchen Stellen, wo colorirt, oder getuscht werden muß.

Ist die Zeichnung vollständig mit Tusch ausgezogen, so wischt man die Bleistiftstriche gänzlich aus, sticht mit dem Spitz-Zirkel an den vier Ecken der Rahmlinien gleiche Randbreite an, und schneidet, das Lineal an immer zwei aufgestochene Punkte anlegend, die Zeichnung vom Brette.

Die auf dem Brette anklebenden Papierränder müssen mit dem Schwamme befeuchtet, mit einem Messer weggeschafft, das Brett dann mit einem Tuche gereiniget und getrocknet werden, ehe man einen zweiten Bogen aufspannt.

Das Anlegen der Flächen mit Tusch oder Farbe geschieht vor dem Ziehen der Rahmlinien, und nachdem sämmtliche Bleistiftstriche mit dem Gummi elasticum abgerieben sind; auch werden vorkommende Schattenlinien und noch einzutragende Buchstaben oder Zahlen erst nachdem die Flächen mit Farben angelegt sind, mit Tusch gezogen und eingeschrieben, indem sich der Tusch sonst leicht auflösen, und mit der nassen Farbe verwischen würde, wodurch schmutzige Töne entstünden.

Alle Farben sollen nicht dunkel und grell, sondern in leichten blassen Tönen aufgetragen werden.

Man reibt dieselben, wie den Tusch in einer Schale auf, und vermischt sie mit Wasser, bis sie den geeigneten blassen Ton haben.

Beim Anlegen wird nur sehr wenig Farbe in den Pinsel genommen und bei der linken Seite der Fläche an ihrem schmälern Orte angefangen; nämlich man fährt mit dem Pinsel dicht an der Contour herunter und führt die Farbe von oben nach unten oder von links nach rechts in möglichst breiten Strichen, die flüßige Farbe immer mitnehmend, ohne sie trocknen zu lassen, vor sich her.

Hiebei muß diese angenommene gerade Richtung auf der ganzen Fläche beibehalten, ebenso darf weder mit dem Pinsel aufgedrückt, noch auf mehreren Stellen zugleich angefangen werden; auch soll man keine unbedeckten Zwischenräume lassen, nicht über die gezogenen Contouren hinausfahren, und ebensowenig auf eine Stelle wo man schon mit dem Pinsel war, wieder zurückkommen.

Ganz schwarze Flächen werden mit schwarzem Tusche auf einmal angelegt, wobei die Contouren breiter gezogen werden, als wie gewöhnlich.

Beim Schattiren mit Tusch, (Tuschen) legt man die kräftigsten Stellen mittelst des Tuschpinsels mit blassem Tusche an, und verwischt mit dem zweiten in's Wasser getauchten Pinsel die Kanten des angelegten Tusches, ehe derselbe getrocknet, und zwar strichweise, nach einer Richtung, wobei jedoch die lichten Stellen des Papiers nicht mit dem Pinsel berührt werden dürfen, damit selbe rein und weiß bleiben.

Dieses Anlegen und Verwaschen wird so oft wiederholt, bis die gehörige Kraft und Rundung der Schatten erreicht ist, wobei jedoch immer diese Stelle zuvor getrocknet seyn muß.

Wenn Linien mit nasser Farbe oder Tusch überfahren, sich auflösen, wodurch die Töne der getuschten oder colorirten Zeichnung unrein würden; so kann dieses dadurch verhindert werden, daß man die aufgespannte Zeichnung mit reinem Wasser übergießt, und so lange Wasser darauf bringt, bis sich von den Linien kein Tusch mehr absondert; auch durch Abwaschen mittelst des Schwammes kann dieses beseitiget werden, am einfachsten ist es aber, die Contouren hiezu mit blasserem Tusche auszuziehen.

Wesentlich ist es, beim Tuschen immer mit blassem Tusche anzufangen, und durch öfteres Ueberarbeiten die erforderliche Kraft und Rundung hervorzubringen, wobei die dunkelsten Stellen der Haupt- und Schlagschatten zuerst angelegt, und nach diesen die Kraft der Halbschatten bestimmt wird; wobei hauptsächlich darauf zu sehen ist, daß letztere nicht zu dunkel werden, wodurch die Kraft den Hauptschatten entzogen, die Zeichnung monoton würde, und außer Haltung käme.

Das Coloriren wird nach dem Tuschen, und nach diesem erst wie schon erwähnt, das Ziehen der Schattenlinien vorgenommen.

Berichtigungen:

Man lese pag. 2 von oben Zeile 17 statt: aufgelösten — aufgelöstem.
" " " 7 Zeile 22 statt: oder Farbe — oder der Farbe.
" " " 54 " 30 statt: so ziehe man aus c nach den Endpunkten Diagonalen — so ziehe man wie bei c auch aus den übrigen Eckpunkten Diagonalen.

Druck von J. G. Weiß, Universitätsbuchdrucker.